

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
POSTGRADO



TESIS DE MAESTRÍA

**“Incidencia de los precios y el IPC en la producción de productos agrícolas
en el departamento de La Paz durante el periodo 2008-2013”**

RAMIRO RAÚL OCHOA TORREZ

La Paz – Bolivia

2017

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
POSTGRADO**

**Incidencia de los precios y el IPC en la producción de productos agrícolas
en el departamento de La Paz durante el periodo 2008-2013**

*Tesis de Maestría presentado como requisito parcial para optar
el Título de Maestro en Economía Agrícola
y Proyectos Agropecuarios*

Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Asesor:

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

Tribunal Examinador:

Ing. M.Sc. Humberto Chuquimia Vargas

Ing. M.Sc. José Antonio Cortez Torres

Lic. M.Sc. Hermenegildo Nogales Quispe

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2017

DEDICATORIA:

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto.

A mi padre y madre, por sus consejos y apoyo constante.

A mi esposa Juana, por haberme apoyado en todo momento, y motivado constantemente.

A mis hijos Alain y Ayelen por su amor incondicional que me han guiado siempre, a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Agradecerle a Dios por darme vida, guiarme y cuidarme, dándome su protección en el camino de la vida.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés que me volvió acoger en sus aulas para enriquecer mis conocimientos.

A los docentes de la maestría por los conocimientos impartidos y los debates enriquecedores que tuvimos en los diferentes módulos.

A mi asesor y miembros del tribunal revisor, por todo el apoyo.

A mis compañeros de la maestría por el tiempo y los momentos compartidos.

Muchas gracias.

CONTENIDO

| | |
|-------------------------|------|
| CONTENIDO..... | i |
| ÍNDICE DE TEMAS..... | i |
| ÍNDICE DE CUADROS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | viii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | x |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT | xiv |

ÍNDICE DE TEMAS

| | |
|---|---|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO 1. MARCO METODOLÓGICO..... | 3 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.1.1. Identificación del problema..... | 3 |
| 1.1.2. Problema central..... | 3 |
| 1.1.3. Formulación del problema | 3 |
| 1.2. Objetivos..... | 4 |
| 1.2.1. Objetivo General | 4 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos..... | 4 |
| 1.3. Justificación | 4 |
| 1.3.1. Justificación económica | 4 |
| 1.3.2. Justificación teórica..... | 5 |
| 1.3.3. Justificación social | 5 |
| 1.3.4. Justificación productiva | 5 |
| 1.4. Hipótesis | 5 |
| 1.5. Metodología | 6 |
| 1.5.1. Procedimiento de investigación | 6 |
| 1.5.2. Tipo de investigación | 6 |
| 1.5.3. Metodología empleada | 6 |
| 1.5.4. Enfoque | 6 |
| 1.5.5. Fuentes utilizadas | 6 |
| 1.5.6. Técnica utilizada | 7 |

| | |
|---|----|
| 1.5.7. Delimitación del tema | 7 |
| 1.5.7.1. Delimitación Temporal | 7 |
| 1.5.7.2. Delimitación Espacial | 7 |
| 1.5.8. Diseño de investigación | 7 |
| 1.6. Operacionalización de variables | 8 |
| 1.6.1. Variables independientes | 8 |
| 1.6.1.1. Índice de Precios al Consumidor (IPC)..... | 8 |
| 1.6.1.2. Índices elementales | 8 |
| 1.6.2. Variable dependiente | 9 |
| 1.6.2.1. Producción..... | 9 |
| 1.6.2.2. Desestacionalización de la producción | 10 |
| 1.7. Selección de cultivos | 10 |
| 1.8. Análisis empleados | 11 |
| 1.8.1. Análisis de tendencia | 11 |
| 1.8.2. Estadística descriptiva..... | 12 |
| 1.8.3. Análisis econométrico..... | 12 |
| 1.8.3.1. Estimación del modelo | 12 |
| 1.8.3.2. Selección del modelo econométrico de regresión | 13 |
| 1.8.3.3. Criterios de selección del modelo econométrico de regresión | 14 |
| 1.8.3.4. Prueba de significación del modelo | 15 |
| 1.8.3.5. Coeficiente de determinación R^2 | 15 |
| 1.8.3.6. Prueba de significación individual del modelo | 15 |
| 1.8.3.7. Valor probable de ocurrencia | 16 |
| 1.8.3.8. Análisis de la existencia de autocorrelación prueba de Durbin-Watson | 16 |
| 1.8.3.9. Análisis de correlación bivariada | 17 |
| 1.8.3.10. Prueba especificidad del modelo Test de Ramsey | 18 |
| 1.8.3.11. Prueba de normalidad de residuos de Jarque-Bera..... | 18 |
| 1.8.3.12. Prueba de estabilidad del modelo Test de Cusum..... | 18 |
| 1.8.3.13. Regresión espuria | 18 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO | 21 |
| 2.1. Teorías económicas | 21 |
| 2.1.1. Teoría cuantitativa del dinero | 21 |
| 2.2. Producción | 21 |
| 2.2.1. Superficie cultivada | 21 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2. Vulnerabilidad de la producción agrícola | 21 |
| 2.2.3. Producción agrícola..... | 22 |
| 2.3. Producción Agrícola Nacional..... | 22 |
| 2.3.1. Superficie agrícola en Bolivia | 22 |
| 2.3.2. Unidades de producción agrícola | 23 |
| 2.3.3. Cultivos de mayor producción y rendimiento en el departamento de La Paz..... | 23 |
| 2.3.4. Política de seguridad alimentaria | 25 |
| 2.4. Análisis de la producción..... | 25 |
| 2.4.1. Análisis de la producción agrícola | 25 |
| 2.4.2. Análisis dinámico de la producción | 26 |
| 2.4.3. Incertidumbre económica de la producción | 26 |
| 2.5. Aumento de la producción y crecimiento económico..... | 26 |
| 2.5.1. Factores que afectan el crecimiento económico..... | 26 |
| 2.6. Indicadores económicos..... | 27 |
| 2.6.1. Producto Nacional Bruto (PNB) | 27 |
| 2.6.2. Producto Interno Bruto (PIB)..... | 28 |
| 2.7. Indicadores de la evolución macroeconómica | 28 |
| 2.7.1. Crecimiento de la producción | 28 |
| 2.7.2. Inflación | 29 |
| 2.7.3. Desempleo..... | 29 |
| 2.8. Sectores económicos..... | 30 |
| 2.8.1. Sector agropecuario..... | 30 |
| 2.8.2. Sector industrial | 30 |
| 2.8.3. Sector servicios | 31 |
| 2.9. Precios de bienes y servicios | 31 |
| 2.9.1. Cambios del precio..... | 31 |
| 2.9.2. Crecimiento de la población y precios | 32 |
| 2.9.3. Producción y mercado..... | 32 |
| 2.9.4. Evolución de precios | 32 |
| 2.10. Series de tiempo..... | 32 |
| 2.10.1. Estacionalidad de la producción agrícola..... | 33 |
| 2.10.2. Desestacionalización de una serie..... | 33 |
| 2.11. Índice | 33 |
| 2.11.1. Números índice | 34 |

| | |
|--|----|
| 2.11.2. Deflactar..... | 34 |
| 2.12. Índice de Precios al Consumidor (IPC)..... | 34 |
| 2.12.1. Canasta de bienes y servicios..... | 35 |
| 2.12.2. Ponderaciones..... | 36 |
| 2.12.3. Métodos de cálculo del IPC..... | 38 |
| 2.12.3.1. Método Laspeyres..... | 38 |
| 2.12.3.2. Método Paasche..... | 38 |
| 2.12.3.3. Método Fisher..... | 39 |
| 2.13. Índice de precios mayoristas o al por mayor..... | 39 |
| 2.14. Macroeconomía..... | 40 |
| 2.15. Econometría..... | 40 |
| 2.15.1. Modelo econométrico..... | 40 |
| 2.15.1.1. Elementos que componen un modelo..... | 41 |
| 2.15.1.2. Clasificación de modelos econométricos..... | 43 |
| 2.15.1.3. Clasificación de las Variables..... | 44 |
| 2.15.1.4. Clasificación de las Ecuaciones..... | 45 |
| 2.15.1.5. Modelo de regresión lineal..... | 45 |
| 2.15.1.6. Interpretación de coeficientes..... | 46 |
| 2.15.2. Modelo estructural y modelo estadístico..... | 47 |
| 2.15.3. Selección de variables..... | 47 |
| 2.15.4. Regresión espuria..... | 48 |
| 2.16. Series de tiempo..... | 49 |
| 2.16.1. Tendencia..... | 49 |
| CAPÍTULO 3. MARCO REFERENCIAL..... | 51 |
| 3.1. Índice de precios y la producción agrícola..... | 51 |
| 3.2. Determinantes de los precios agrícolas..... | 51 |
| 3.3. Precio y producción..... | 51 |
| 3.3.1. Relación de precio y producción..... | 51 |
| 3.3.2. Cambio de precios y producción agropecuaria..... | 52 |
| 3.3.3. Poder del mercado..... | 52 |
| 3.3.4. Transmisión del precio..... | 53 |
| 3.4. Relación entre cantidad y precio..... | 53 |
| 3.5. Relación entre superficie, producción, IPC y rendimiento..... | 54 |
| 3.6. Indicadores económicos de la agricultura en su conjunto..... | 54 |

| | |
|--|----|
| 3.7. Políticas de apoyo económico a la producción y precio | 55 |
| 3.7.1. Instituciones gubernamentales | 55 |
| 3.7.2. Control de precios | 56 |
| 3.8. Gasto de los hogares en alimentación | 56 |
| CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES | 57 |
| 4.1. Estimación de la incidencia en la producción de papa | 57 |
| 4.1.1. Tendencia de la producción anual de papa (2008-2013) | 57 |
| 4.1.2. Variación de los IPC, Índices de precios al por mayor y venta de papa | 59 |
| 4.1.3. Variables del modelo econométrico de la papa..... | 60 |
| 4.1.4. Correlación de variables de la papa | 61 |
| 4.1.5. Estimación del modelo general para la papa..... | 62 |
| 4.1.6. Selección del modelo econométrico para la papa | 62 |
| 4.1.7. Estimación de parámetros del modelo econométrico de la producción del cultivo de papa | 63 |
| 4.1.8. Valor probable de la incidencia de las variables sobre la producción de papa | 65 |
| 4.1.9. Test formales de formulación del modelo econométrico de la papa..... | 65 |
| 4.1.9.1. Análisis de autocorrelación del modelo de la papa | 65 |
| 4.1.9.2. Análisis de multicolinealidad del modelo del papa | 66 |
| 4.1.9.3. Especificidad del modelo econométrico de la papa..... | 67 |
| 4.1.9.4. Prueba de normalidad de residuos del modelo de la papa | 68 |
| 4.1.9.5. Residuos del modelo de papa | 68 |
| 4.1.9.6. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo de la papa..... | 69 |
| 4.1.9.7. Prueba de regresión espuria para el modelo del cultivo de papa..... | 69 |
| 4.2. Estimación de la incidencia en la producción de banano | 71 |
| 4.2.1. Tendencia de la producción de banano (2008-2013) | 71 |
| 4.2.2. Variación de los IPC, Índices de precios al por mayor y venta de banano | 73 |
| 4.2.3. Variables del modelo econométrico del banano | 75 |
| 4.2.4. Correlación de variables del banano | 75 |
| 4.2.5. Estimación del modelo general para el banano..... | 76 |
| 4.2.6. Selección del modelo econométrico para el banano | 77 |
| 4.2.7. Estimación de parámetros del modelo econométrico de la producción del cultivo de banano | 78 |
| 4.2.8. Valor probable de la incidencia de las variables sobre la producción del banano | 79 |
| 4.2.9. Test formales de formulación del modelo econométrico del banano..... | 80 |
| 4.2.9.1. Análisis de autocorrelación del modelo del banano | 80 |

| | |
|--|-----|
| 4.2.9.2. Análisis de multicolinealidad del modelo del banano..... | 81 |
| 4.2.9.3. Especificidad del modelo econométrico del banano..... | 81 |
| 4.2.9.4. Prueba de normalidad de residuos del modelo del banano..... | 82 |
| 4.2.9.5. Residuos del modelo del banano..... | 82 |
| 4.2.9.6. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del banano..... | 83 |
| 4.2.9.7. Prueba de regresión espuria para el modelo del banano..... | 83 |
| 4.3. Estimación de la incidencia en la producción del tomate..... | 85 |
| 4.3.1. Tendencia de la producción de tomate (2008-2013)..... | 85 |
| 4.3.2. Variación de los IPC, Índice de precios al por mayor y venta de tomate..... | 87 |
| 4.3.3. Variables del modelo econométrico del tomate..... | 88 |
| 4.3.4. Correlación de variables del tomate..... | 89 |
| 4.3.5. Estimación del modelo general para el tomate..... | 89 |
| 4.3.6. Selección del modelo econométrico para el tomate..... | 90 |
| 4.3.7. Estimación de parámetros del modelo econométrico de la producción de tomate.. | 91 |
| 4.3.8. Valor probable de la incidencia de las variables sobre la producción del tomate ... | 92 |
| 4.3.9. Test formales de formulación del modelo econométrico del tomate..... | 92 |
| 4.3.9.1. Análisis de autocorrelación del modelo del tomate..... | 92 |
| 4.3.9.2. Análisis de multicolinealidad del modelo del tomate..... | 94 |
| 4.3.9.3. Especificidad del modelo econométrico del tomate..... | 94 |
| 4.3.9.4. Prueba de normalidad de residuos del modelo del tomate..... | 94 |
| 4.3.9.5. Residuos del modelo del tomate..... | 95 |
| 4.3.9.6. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del tomate..... | 95 |
| 4.3.9.7. Prueba de regresión espuria para el modelo del tomate..... | 96 |
| CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 101 |
| 5.1. Conclusiones..... | 101 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 102 |
| LITERATURA CITADA..... | 103 |
| ANEXOS..... | 113 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Cultivos seleccionados en función a la ponderación nacional y del departamento de La Paz | 10 |
| Cuadro 2. Modelos de regresiones | 11 |
| Cuadro 3. Criterios de selección de modelos | 14 |
| Cuadro 4. Reglas de decisión de la prueba de Durbin-Watson | 17 |
| Cuadro 5. Superficie total de las UPA, según departamento (En hectáreas)..... | 22 |
| Cuadro 6. Ponderaciones por división..... | 36 |
| Cuadro 7. Ponderaciones de cultivos agrícolas | 36 |
| Cuadro 8. Variables | 42 |
| Cuadro 9. Interpretación de coeficientes | 46 |
| Cuadro 10. Criterios de selección del modelo de regresión de papa..... | 58 |
| Cuadro 11. Resumen de la selección de modelo de la papa..... | 63 |
| Cuadro 12. Estimación del modelo econométrico de la producción de papa, con el IPC y el IPCalco | 63 |
| Cuadro 13. Correlograma de la producción de papa con el IPC y el IPCalco..... | 66 |
| Cuadro 14. Prueba de Ramsey del modelo de papa | 68 |
| Cuadro 15. Criterios de selección del modelo de regresión de banano..... | 72 |
| Cuadro 16. Resumen de la selección de modelo de la papa..... | 77 |
| Cuadro 17. Estimación del modelo econométrico de la producción del banano, con el IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr | 78 |
| Cuadro 18. Correlograma de la producción del banano | 80 |
| Cuadro 19. Prueba de Ramsey del modelo del banano | 82 |
| Cuadro 20. Criterios de selección del modelo de regresión de tomate..... | 86 |
| Cuadro 21. Resumen de la selección de modelo del tomate | 90 |
| Cuadro 22. Estimación del modelo econométrico de la producción de tomate, con el IPC, IPCal e IPCleg | 91 |
| Cuadro 23. Correlograma de la producción del tomate, con el IPC, IPCalco e IPCleg..... | 93 |
| Cuadro 24. Prueba de Ramsey del modelo del tomate..... | 94 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estadístico de Durbin-Watson (Gujarati 2004)..... | 17 |
| Figura 2. Número de unidades de producción agropecuaria y superficie cultivada, Censos Agropecuarios 1950, 1984 y 2013 (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2015b).... | 23 |
| Figura 3. Los diez cultivos de mayor producción en el departamento de La Paz en toneladas métricas (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2017b)..... | 24 |
| Figura 4. Los diez cultivos de mayor rendimiento (kg/ha) en el departamento de La Paz (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2017b) | 24 |
| Figura 5. Producción de papa (2008-2013) | 57 |
| Figura 6. Producción de papa en el departamento de La Paz, en los diferentes años agrícolas | 58 |
| Figura 7. Tendencia de los diferentes IPC e Índices simples de precios de la papa (2008-2013) | 60 |
| Figura 8. Matriz de correlación de las variables en estudio de la papa | 61 |
| Figura 9. Estadísticos de Durbin-Watson y valor calculado para el modelo de la papa | 65 |
| Figura 10. Matriz de correlación de las variables del modelo seleccionado de la papa | 67 |
| Figura 11. Gráfico de residuales del modelo de la papa (2008-2013)..... | 68 |
| Figura 12. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo de la papa | 69 |
| Figura 13. Componentes principales de las variables del modelo de la papa..... | 70 |
| Figura 14. Producción de banano (2008-2013) | 72 |
| Figura 15. Producción de banano en el departamento de La Paz, en los diferentes años agrícolas..... | 73 |
| Figura 16. Tendencia de los diferentes IPC e Índices simples del banano (2008-2013)..... | 74 |
| Figura 17. Matriz de correlación de las variables en estudio del banano | 76 |
| Figura 18. Estadísticos de Durbin-Watson y valor calculado para el modelo del banano ... | 81 |
| Figura 19. Gráfico de residuales del modelo del banano (2008-2013)..... | 82 |
| Figura 20. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del banano | 83 |
| Figura 21. Componentes principales de las variables del modelo del banano | 84 |
| Figura 22. Producción de tomate (2008-2013)..... | 85 |
| Figura 23. Producción de tomate en el departamento de La Paz, en los diferentes años agrícolas..... | 87 |
| Figura 24. IPC e índices simples de producción, precio y superficie de tomate (2008-2013) | 88 |
| Figura 25. Matriz de correlación de las variables en estudio del tomate..... | 89 |

| | | |
|------------|--|----|
| Figura 26. | Estadísticos de Durbin-Watson y valor calculado para el modelo del tomate | 94 |
| Figura 27. | Gráfico de residuales del modelo del tomate (2008-2013)..... | 95 |
| Figura 28. | Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del banano | 96 |
| Figura 29. | Componentes principales de las variables del modelo del tomate | 97 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. IPC general, IPC de alimentos y bebidas, IPC alimentos consumidos en el hogar, IPC legumbres, hortalizas y tubérculos e IPC frutas..... | 113 |
| Anexo 2. Calendario agrícola por mes de cosecha en las parcelas de los cultivos anuales y permanentes (en porcentajes) | 115 |
| Anexo 3. Producción, precio mayorista y precio promedio (nominal y real) por año agrícola de papa – Departamento de La Paz | 115 |
| Anexo 4. Estadística descriptiva de la producción por gestión y mensual de papa..... | 117 |
| Anexo 5. Ajuste de regresión lineal para la producción de papa..... | 117 |
| Anexo 6. Ajuste de regresión logarítmico para la producción de papa | 118 |
| Anexo 7. Ajuste de regresión inverso para la producción de papa..... | 118 |
| Anexo 8. Ajuste de regresión potencial para la producción de papa | 119 |
| Anexo 9. Ajuste de regresión exponencial para la producción de papa | 119 |
| Anexo 10. Estadística descriptiva IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg, IPMr e IPVr de la papa (2008-2013)..... | 120 |
| Anexo 11. Matriz de correlación de las variables en estudio para el cultivo de papa | 120 |
| Anexo 12. Estimación del modelo general para la papa..... | 121 |
| Anexo 13. Selección de modelos para la papa – Análisis de varianza | 121 |
| Anexo 14. Coeficientes de la selección de modelos para la papa..... | 122 |
| Anexo 15. Variables excluidas en la selección de modelos para la papa | 122 |
| Anexo 16. Prueba de Ramsey para especificar el modelo de la papa..... | 123 |
| Anexo 17. Prueba de normalidad de residuos del modelo de la papa..... | 124 |
| Anexo 18. Producción, precio mayorista y precio promedio (nominal y real) por año agrícola de banano – Departamento de La Paz | 124 |
| Anexo 19. Estadística descriptiva de la producción de banano (2008-2013)..... | 126 |
| Anexo 20. Ajuste de regresión lineal para la producción de banano..... | 126 |
| Anexo 21. Ajuste de regresión logarítmico para la producción de banano | 127 |
| Anexo 22. Ajuste de regresión inverso para la producción de banano | 127 |
| Anexo 23. Ajuste de regresión potencial para la producción de banano | 128 |
| Anexo 24. Ajuste de regresión exponencial para la producción de banano | 128 |
| Anexo 25. Estadística descriptiva IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg, IPMr e IPVr del banano (2008-2013)..... | 129 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| Anexo 26. | Matriz de correlación de las variables en estudio para la producción de banano 129 | |
| Anexo 27. | Estimación del modelo general para el banano | 130 |
| Anexo 28. | Selección de modelos para el banano – Análisis de varianza..... | 130 |
| Anexo 29. | Coefficientes de la selección de modelos para el banano | 131 |
| Anexo 30. | Variabes excluidas en la selección de modelos para el banano..... | 132 |
| Anexo 31. | Prueba de Ramsey para especificar el modelo del banano..... | 132 |
| Anexo 32. | Prueba de normalidad de residuos del modelo del banano..... | 134 |
| Anexo 33. | Producción, precio mayorista y precio promedio (nominal y real) por año agrícola de tomate – Departamento de La Paz | 134 |
| Anexo 34. | Estadística descriptiva de la producción por gestión y mensual de tomate..... | 136 |
| Anexo 35. | Ajuste de regresión lineal para la producción de tomate..... | 136 |
| Anexo 36. | Ajuste de regresión logarítmico para la producción de tomate | 137 |
| Anexo 37. | Ajuste de regresión inverso para la producción de tomate..... | 137 |
| Anexo 38. | Ajuste de regresión potencial para la producción de tomate | 138 |
| Anexo 39. | Ajuste de regresión exponencial para la producción de tomate | 138 |
| Anexo 40. | Estadística descriptiva IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg, IPMr e IPVr de tomate (2008-2013) | 139 |
| Anexo 41. | Matriz de correlación de las variables en estudio para el cultivo de tomate | 139 |
| Anexo 42. | Estimación del modelo general para el tomate..... | 140 |
| Anexo 43. | Selección de modelos para el tomate – Análisis de varianza | 140 |
| Anexo 44. | Coefficientes de la selección de modelos para el tomate..... | 141 |
| Anexo 45. | Variabes excluidas en la selección de modelos para el tomate | 141 |
| Anexo 46. | Prueba de Ramsey para especificar el modelo del tomate..... | 142 |
| Anexo 47. | Prueba de normalidad de residuos del modelo del tomate | 143 |

RESUMEN

La presente tesis planteo determinar incidencia de los precios mayorista real (PMr), precio promedio real de venta (PVr), Índice de Precios al Consumidor (IPC), Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas (IPCal), Índice de Precios de alimentos consumidos en el hogar (IPCalco), IPC de hortalizas, legumbres y tubérculos (IPCleg), IPC de frutas (IPCfru), en la producción de papa, banano y tomate en el departamento de La Paz durante el periodo 2008-2013, los cultivos que se seleccionaron fueron aquellos que tienen ponderaciones altas en cada uno de sus grupos y que en su consumo no requiere de una transformación industrial.

Se pudo observar que la tendencia de la producción de los tres productos agrícolas seleccionados fue exponencial. Para determinar la incidencia de las variables se identificaron modelos econométricos para los tres cultivos, en el caso de la producción de papa las variables que más incidencia tuvieron fueron el IPC e IPCalco; en el caso de la producción de banano, las variables que más incidencia tuvieron fueron el IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr; para la producción de tomate las variables que más incidieron fueron el IPC, IPCal e IPCleg.

Las relaciones encontradas por la producción de los diferentes cultivos con las diferentes variables fueron desde positivas medias a considerables, siendo en la mayoría de los casos estas relaciones significativas.

La mayor variación de la incidencia lo registro el cultivo de papa, seguido del banano y el tomate; siendo los cambios más marcados en el cultivo de papa.

Palabras claves: *IPC, Incidencia, modelos econométricos.*

ABSTRACT

The present thesis I raise to determine price real mayorista (PMr,) price real sale (PVr) average, Consumer Prices Index (IPC,) Price Index incidence to the Consuming of foods and not alcoholic drinks (IPCal) Index, of Prices of skinny foods in the IPC (IPCalco) home, of vegetables, legumes and IPC (IPCleg) tubers of (IPCfru) in the production of pope, banano and tomato in the department of La Paz during the 2008-2013 period, fruits, the cultivations that selected one were those who high considerations have each one of his groups and who in his consumption he does not require of an industrial transformation.

One could observe that the trend of the production of the three selected agricultural products was exponential. To determine the variable incidence econometric models identified one for the three cultivations, in pope's production case the variables that plus incidence had were the IPC and IPCalco; in banano production, case the variables that plus incidence had were the IPCal; IPCalco; IPCfru; PMr and PVr; the tomato production gives birth to the variables that more they affected they were the IPC, IPCal and IPCleg.

The relations found by the different cultivation production with the different variables were from positive stockings to considerable, being in most cases these significant relations.

The biggest incidence variation the I register the cultivation of potato, followed of the banano and the tomato; being the most marked changes in pope's cultivation.

Words keys: *IPC, Incidence, econometric models.*

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola es de vital importancia no solo como subsistencia, sino también por su aporte a la economía departamental y nacional, debido a que es el encargado de la producción de alimentos como de las materias primas que son requeridas para satisfacer las demandas de los mercados interno y externo.

En toda economía se tienen diferentes indicadores que nos muestran la evolución macroeconómica, más aun como el caso de Bolivia en el que se tiene una economía basada en diversas actividades (35 actividades en total), entre las cuales las el sector agrícola (no industrial e industrial), está entre las primeras actividades a ser consideradas en la participación económica del país (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2017a).

Es así que el sector agrícola históricamente ha representado en términos económicos, uno de los sectores que menos aportan a la economía total de Bolivia, siendo por estas y otras causas relegada por otras actividades.

Son muy raros los trabajos que abordan los temas de relaciones de los precios del mercado, el IPC en el crecimiento de la producción de productos agrícolas consumidos, así como también la relación entre la producción con el precio mayorista u otras variables como la superficie producida, el rendimiento, etc.

La presente tesis presenta un análisis de las relaciones que se presentan entre la producción de productos agrícolas, el Índice de Precios al Consumidor, el Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas, el Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar, el Índice de Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos, frutas, el Precio mayorista y el Precio promedio de venta al consumidor; de cultivos que tienen alta ponderación en la canasta familiar como son la papa (grupo de tubérculos), el banano (grupo de frutas) y el tomate (grupo de hortalizas y legumbres).

Planteando la formulación de modelos econométricos, que muestren las relaciones que se tienen en función de las variables que más incidencia tengan en la producción de los cultivos agrícolas seleccionados, en tal sentido el contenido del trabajo es el siguiente:

El primer capítulo, presenta el planteamiento general del estudio: justificación, problema de investigación, objetivos: general y específicos, hipótesis, variables, tipo de estudio, delimitación temporal, espacial y la metodología de la investigación.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico; donde se hace referencia a las teorías económicas, también incluye el marco conceptual y contextual relacionado con el presente trabajo.

En el tercer capítulo, se realiza el marco referencial relacionado con el trabajo, donde se presenta las referencias relacionadas con la problemática estudiada, como es la relación que se tienen entre las diferentes variables.

En el cuarto capítulo, la presentación de los resultados y discusión de los diferentes análisis estadísticos y econométricos realizados para el presente estudio, de los tres cultivos estudiados como fueron la papa, el banano y el tomate; contrastando los mismos con la hipótesis planteada.

En el quinto capítulo, se presenta las conclusiones encontradas en el presente estudio considerando los objetivos planteados; y finalmente las recomendaciones producto de los resultados encontrados.

Finalmente se presentan la literatura citada y los anexos correspondientes como son la base de datos, los análisis de respaldo para cada uno de los cultivos estudiados.

CAPÍTULO 1. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Identificación del problema

En el departamento de La Paz, el consumo de productos agrícolas son de mucha importancia, lo cual se ve reflejada en las ponderaciones altas que se presentan en la canasta familiar, a pesar de ser productos de alto consumo, no se tienen estudios que lleguen a relacionar los valores de producción con los de los precios de venta, precios mayoristas, IPC y otros indicadores económicos.

La mayoría de los estudios llegan a contemplar solo partes de un todo, como es solo el estudio de los procesos productivos, o solo el sistema de comercialización de ciertos productos agrícolas; lo que repercute que en muchos casos el precio de venta al consumidor final o el precio mayorista puede llegar a incidir sobre la producción de ciertos productos agrícolas, debido a que una caída de los precios puede resultar no tan atractiva para un productor, lo que en cierta medida afectaría a los volúmenes de producción.

1.1.2. Problema central

No obstante el crecimiento económico registrado y señalado por diferentes autoridades, a pesar de que los indicadores que publica el INE (Instituto Nacional de Estadística), que en la mayoría de los casos permite la elaboración de políticas para evitar que se produzcan cambios bruscos en la economía, no se tienen estudios que permitan explicar por qué en determinada época del año se producen más o menos productos agrícolas, lo que lamentablemente incide en que se deje a la deriva la producción agrícola, debido a que se la llega a considerar no muy influyente en la economía, siendo relegada en muchos casos en la generación de políticas, o planes de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, lo que en muchos casos llegaría a postergar el desarrollo de esta actividad.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es la incidencia de los precios y el IPC en la producción de productos agrícolas en el departamento de La Paz durante el periodo 2008-2013?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Analizar la incidencia de los precios y el IPC en la producción de productos agrícolas en el departamento de La Paz, en el período 2008-2013.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar la tendencia de la producción agrícola de papa, banano y tomate en el departamento de La Paz en el periodo 2008-2013.
- Determinar la incidencia del IPC, IPC de alimentos y bebidas no alcohólicas, IPC de alimentos consumidos en el hogar, IPC del grupo de productos agrícolas, Precio mayorista real y Precio promedio real sobre la producción de papa, banano y tomate en el periodo 2008-2013.
- Determinar las relaciones del IPC, IPC de alimentos y bebidas no alcohólicas, IPC de alimentos consumidos en el hogar, IPC del grupo de productos agrícolas, Precio mayorista real y Precio promedio real sobre la producción de papa, banano y tomate en el periodo 2008-2013.

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación económica

La actividad agrícola es sino la primera, una de las principales actividades económicas del departamento de La Paz, no solo como generadora de recursos económicos para los productores agrícolas, sino también por ser la actividad generadora de alimentos de consumo de alto valor en la canasta familiar.

Por lo que se hace necesario ver las relaciones que se pueden tener entre diferentes indicadores económicos y la producción de productos agrícolas, lo que en cierta medida explicaría los cambios de la producción de ciertos productos agrícolas, debida a la influencia o incidencia que puede tener el precio de venta que se tienen en los mercados sobre los mismos.

1.3.2. Justificación teórica

El aporte académico que se brindara, estará constituido por la interpretación de los diferentes análisis estadísticos y econométricos que se realicen de la incidencia que se puede tener de los precios, el IPC y otros indicadores económicos en la producción de productos agrícolas en el departamento de La Paz, en el período 2008-2013.

1.3.3. Justificación social

El lograr un desarrollo de la producción agrícola, debe comprender que se involucre a todos los componentes desde la producción hasta la comercialización, lo que conllevara a que tener un conocimiento no solo de los costos de producción sino también diferentes indicadores que pueden afectar a la producción agrícola, lo que incidirá en que los productores puedan en cierta forma controlar la producción, el mercado, lo que a la postre generara un crecimiento económico, con una economía agrícola sea más competitiva, participativa y humana.

1.3.4. Justificación productiva

Los precios son fijados por el mercado, y estos en cierta medida llegaran a influir sobre las capacidades de producción, es por esta razón que el presente trabajo, analiza la relación existente entre los cambios en la producción de productos papa, banano y tomate en el departamento de La Paz, ante los cambios de precios y el IPC, en el periodo 2008-2013, con el fin de poder encontrar relaciones negativas y/o positivas, y proponer modelos de estimación entre la producción y los precios de mercado, con el fin de determinar la relación de la producción de distintos productos agrícolas como son de la papa, banano y tomate en el departamento de La Paz, con los precios y los distintos IPC.

1.4. Hipótesis

- El IPC, IPC de alimentos y bebidas no alcohólicas, IPC de alimentos consumidos en el hogar, IPC del grupo de productos agrícolas, Precio mayorista real y Precio promedio real no tienen ninguna incidencia o relación significativa sobre la producción de papa, banano y tomate en el departamento de La Paz, en el periodo 2008-2013.

1.5. Metodología

1.5.1. Procedimiento de investigación

Para el presente trabajo se utilizó los métodos y técnicas de investigación mismas que permitirán la obtención y el análisis de datos necesarios, los cuales se detallan a continuación.

1.5.2. Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo el tipo descriptiva, causal y aplicada; considerando las variables identificadas en la hipótesis planteada, con un efecto de correlación entre las variables, la investigación es aplicada porque intenta demostrar un comportamiento real con aplicación de conocimientos.

1.5.3. Metodología empleada

Como metodología empleada se tuvo:

- **Método analítico.** Con este método se analizó la información recopilada.
- **Método sintético.** Con este método y en base a la información se determinó las relaciones entre las distintas variables.
- **Método inductivo y deductivo.** Estos métodos contribuyeron a alcanzar los objetivos, observando la situación de precios de los productos agrícolas.

1.5.4. Enfoque

El presente trabajo fue enmarcado en un enfoque cuantitativo dado que los hechos a ser analizados permitieron la utilización de datos oficiales y la relación entre las diferentes variables, que entran en juego en la investigación, dividiendo las partes de un problema para entenderlo y explicarlo.

1.5.5. Fuentes utilizadas

Para la realización del presente estudio, se realizó la recopilación de información primaria y secundaria. La información primaria fue consultada en series históricas del: Instituto Nacional de Estadística (INE) y del Observatorio Agroambiental del Ministerio de Desarrollo Rural y

Tierras, descartando de esta forma la posibilidad de errores cometidos en la recopilación de la información objeto del estudio.

La información secundaria empleada fue la revisión de diferentes fuentes de informaciones tanto físicas como virtuales.

1.5.6. Técnica utilizada

Al utilizar fuentes secundarias de información para desarrollar el presente estudio, se empleó las técnicas de análisis de documentos para tomar los datos necesarios que contribuirán a la investigación. Así mismo se empleó la técnica del fichaje (digital) lo que permitió clasificar la información según su importancia.

1.5.7. Delimitación del tema

1.5.7.1. Delimitación Temporal

Se consideró el periodo de 2008 – 2013, considerando los valores del IPC y, los precios de papa, banano y tomate disponibles de que van desde 2008 al 2013, considerando también los valores de producción hasta el 2013, cabe recalcar que en el caso de algunas variables las instituciones oficiales solo llegan a tener desde el 2008, por lo que se consideró el inicio del año agrícola que va desde julio a junio del año siguiente.

1.5.7.2. Delimitación Espacial

El presente trabajo de investigación se realizó con los datos correspondientes solo al departamento de La Paz, debido a la variabilidad que se presentan en los datos del IPC y la canasta a nivel nacional y departamental, siendo que esta no es uniforme en ninguno de los departamentos y la variabilidad de productos que se llegan a tener por departamento.

1.5.8. Diseño de investigación

La presente investigación es de carácter descriptivo y longitudinal toda vez que describe las características de cada una de las variables estudiadas a través de diferentes periodos de tiempo como en el caso presente del 2008-2013.

1.6. Operacionalización de variables

1.6.1. Variables independientes

Las variables independientes o causales del estudio de investigación se presentan a continuación:

1.6.1.1. Índice de Precios al Consumidor (IPC)

Para el IPC, se consideró los valores oficiales publicados por el INE, a esta variable se la considero como IPC general.

- **Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas (IPCal).** Para el IPCal o Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas, se consideró los datos oficiales publicados por el INE.
- **Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar (IPCalco).** El Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidor en el hogar (IPCalco), se consideró los datos oficiales publicados por el INE.
- **Índice de Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos (IPCleg).** Se tomaron los datos oficiales publicados por el INE, en este caso los datos agrupan tanto a legumbres, hortalizas y tubérculos dentro de un solo grupo.
- **Precio de venta mayoristas reales (PMr).** Con relación a los precios de venta mayoristas se consideraron los valores oficiales publicados por el Observatorio Agroambiental del Ministerio de Agricultura, para la ciudad de La Paz.
- **Precio promedio real de productos agrícolas (PVR).** En este caso se consideró aquellos productos agrícolas que tienen precios de venta oficiales publicados por el INE, para la ciudad de La Paz.

1.6.1.2. Índices elementales

Para el cálculo de los índices elementales o simples se consideró las relaciones propuestas por Lodola (2006) y Alonzo (2004), que señalan que se pueden elaborar índices de precios de un producto a lo largo de un período, índice de producción, índice de rendimiento o cualquier otra variable, en este caso se consideró los índices con base fija partiendo de la gestión 2008.

- **Índice de precios**

$$IP_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \times 100$$

Dónde:

IP_t = Índice de precios del producto del año t

P_t = Precio del producto en el año t

P_{t-1} = Precio del producto en el año $t - 1$

- **Variación porcentual.** Que nos mide el cambio porcentual periodo a periodo, el cambio porcentual de la variable en estudio entre el periodo t y $t - 1$ está dado por:

$$\Delta\%_{(t,t-1)} = 100 \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - 1 \right)$$

Dónde:

$\Delta\%_{(t,t-1)}$ = Cambio porcentual entre periodo y periodo

I_t = Índice en el año t

I_{t-1} = Índice en el año $t - 1$

1.6.2. Variable dependiente

La variable dependiente o efecto del estudio de investigación se presenta a continuación:

1.6.2.1. Producción

Para la producción de los productos agrícolas se tomó los datos oficiales del INE y del Observatorio Agroambiental, los cuales están expresados en toneladas por año agrícola, tomando como base el inicio del año agrícola que según el INE comienza en julio y termina en junio del siguiente año (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2013). También se consideró los valores de producción mensual que reporta el INE para la papa, banano y tomate (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2017b).

1.6.2.2. Desestacionalización de la producción

Al ser propio de la producción agrícola la estacionalidad como señala INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática] (2002), se realizó la desestacionalización de la producción agrícola de la papa, banano y tomate; empleándose para tal efecto el método de promedio móviles. Así también se desestacionalizó los precios mayoristas y precios promedio, debido a estas llegan a tener un componente tendencial de comportamiento positivo respecto a la media a largo plazo (Felipe *et al.* 2002).

1.7. Selección de cultivos

Para la selección de cultivos a ser analizados, se consideraron los siguientes criterios:

- Que figuren en la lista de precios según productos y grupos del INE.
- Que no hayan tenido un proceso de elaboración y/o transformación para su comercialización final.
- Que la ponderación en el grupo de la canasta básica sea alta dentro de cada grupo agrícola.

Los cultivos seleccionados en función a los criterios anteriormente mencionados fueron:

Cuadro 1. Cultivos seleccionados en función a la ponderación nacional y del departamento de La Paz

| Grupo | Cultivo | Ponderación |
|------------------------|-------------------------|-------------|
| Frutas frescas | Ponderación total grupo | 1.326 |
| | Banano | 0.296 |
| | Total selección grupo | 0.296 |
| | % selección | 22.32% |
| Legumbres y hortalizas | Ponderación total grupo | 2.114 |
| | Tomate | 0.558 |
| | Cebolla | 0.519 |
| | Total selección grupo | 1.077 |
| | % selección | 50.95% |

| | | |
|--------------------|-------------------------|--------|
| | Ponderación total grupo | 1.763 |
| Tubérculos frescos | Papa | 1.726 |
| | Total selección grupo | 1.726 |
| | % selección | 97.90% |
| | Total ponderación | 3.099 |

Fuente: Elaboración propia en base al INE [Instituto Nacional de Estadística] (2011)

1.8. Análisis empleados

1.8.1. Análisis de tendencia

Se consideraron los siguientes modelos de regresión o ecuaciones de curvas de aproximación empleados para definir la ecuación de la tendencia de la producción:

Cuadro 2. Modelos de regresiones

| Modelo | Función |
|---|------------------------|
| Lineal | $Y = a + bX$ |
| Logarítmica (semi logarítmica o Lineal-Log) | $Y = a + bLnX$ |
| Exponencial | $Y = ae^{bx}$ |
| Potencial | $Y = aX^b$ |
| Recíproco | $Y = a + b\frac{1}{X}$ |

Y = Variable dependiente (producción); X = Variable independiente (gestión); a = Constante o intercepto; b = Coeficiente de regresión.

Fuente: Garza (2000), Sancho y Serrano (2004), Terrazas (2006) y Minnaard (2010).

Para el análisis de la tendencia de la producción se empleó la recomendación de Garza (2000), que recomienda el uso del método de mínimos cuadrados, utilizado para hallar la ecuación de una curva de la tendencia adecuada.

Para establecer el modelo de la tendencia de la producción se empleó los criterios señalados por Garza (2000), Fernández *et al.* (2009) y Minnaard (2010), que consideran:

- a. R^2 más alto (coeficiente de determinación)
- b. Error estándar de la estimación más bajo (ES Reg)

- c. Menor valor del criterio de Akaike (AIC)
- d. Menor valor del criterio de Schwarz (BIC)
- e. Menor valor de Hanna-Quinn (HQC)

1.8.2. Estadística descriptiva

La presente investigación económica fue tratada con estadísticos descriptivos, como son: promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, valor mínimo, valor máximo, rango, sesgo estandarizado y curtosis estandarizada; según Anderson *et al.* (2008), nos sirven para resumir la localización, variabilidad y forma de la distribución de un conjunto de datos.

1.8.3. Análisis econométrico

Para determinar la relación matemática de las distintas variables se empleó diferentes análisis econométricos, que vienen a ser la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos para el análisis de los datos económicos.

1.8.3.1. Estimación del modelo

Los modelos nos sirven para expresar las relaciones entre más de dos variables, siendo el uso más común las ecuaciones lineales según lo sugerido por Freud *et al.* (1990). El modelo estimado para cada uno de los cultivos, considero como variable dependiente la producción de cada uno de los cultivos y, como variables independientes o regresoras o explicativas al IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg o IPCfru, PMr y PVr, siendo el modelo el siguiente para la papa y el tomate:

$$Pro = \beta_0 + \beta_1 IPC + \beta_2 IPCal + \beta_3 IPCalco + \beta_4 IPCleg + \beta_5 PMr + \beta_6 PVr + \mu$$

Dónde:

Pro = Producción del cultivo

β_0 = Intercepto

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ = Coeficientes de regresión parciales

IPC = Índice de Precios al Consumidor (general)

$IPCal$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas

$IPCalco$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar

$IPCleg$ = Índice de Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos

PMr = Precio mayorista real

PVr = Precio venta consumidor real

μ = Término de perturbación, o de error es una variable aleatoria

Siendo el modelo el siguiente para el banano:

$$Pro = \beta_0 + \beta_1 IPC + \beta_2 IPCal + \beta_3 IPCalco + \beta_4 IPCfru + \beta_5 PMr + \beta_6 PVr + \mu$$

Dónde:

Pro = Producción del cultivo

β_0 = Intercepto

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ = Coeficientes de regresión parciales

IPC = Índice de Precios al Consumidor (general)

$IPCal$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas

$IPCalco$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar

$IPCfru$ = Índice de Precios al Consumidor de frutas

PMr = Precio mayorista real

PVr = Precio venta consumidor real

μ = Término de perturbación, o de error es una variable aleatoria

1.8.3.2. Selección del modelo econométrico de regresión

Para la selección de variables independientes que se incluirán en el modelo de regresión econométrico final, es decir para buscar el mejor modelo econométrico, se seleccionaron aquellas variables que presenten máximas correlaciones en valor absoluto entre estas, es decir se seleccionara a las variables que más aporten al modelo econométrico. Para la selección de las variables se empleó la selección por pasos (Stepwise), que es una mezcla de los métodos hacia adelante y hacia atrás; presenta la ventaja de admitir una variable seleccionada en un paso y que esta pueda ser eliminada en otro posterior (Ferrán 2001).

Así también Visauta (1997), señala que en el método de Stepwise, las variables son examinadas para ver si entran en el modelo de acuerdo a los criterios de entrada y salen del mismo de acuerdo a los de salida, terminando el procedimiento cuando no hay variables que entren o salgan del modelo.

1.8.3.3. Criterios de selección del modelo econométrico de regresión

Para la selección de variables independientes que se incluirán en el modelo de regresión econométrico final, es decir para buscar el mejor modelo econométrico, se seleccionaron aquellas variables que presenten máximas correlaciones en valor absoluto entre estas, es decir se seleccionara a las variables que más aporten al modelo econométrico. Para la selección de las variables se empleó los criterios mencionados por Balzarini *et al.* (2008), que son los siguientes:

- Minimizar el valor del Error Cuadrático Medio.
- Minimizar el valor del AIC (Criterio de información de Akaike).
- Minimizar el valor del BIC (Criterio de información Bayesiano de Schwarz).
- Maximizar el R cuadrado ajustado.
- Minimizar el Erro Cuadrático Medio de Predicción.

Así también se consideraron algunos criterios para la selección del modelo econométrico como son los que mencionan Ojeda y Rocco (2011), Fernández, Acosta y Andrada (2009), Solera (2000) y Esteban *et al.* (s.f.), que indican que para seleccionar un modelo de otro(s) se debe tomar en cuenta:

Cuadro 3. Criterios de selección de modelos

| Criterio | Regla de decisión |
|--|--|
| Prueba de significancia global | Se selecciona el modelo que tenga la mayor significancia. |
| Error estándar de la estimación | Se selecciona el modelo que tenga el menor valor del error estándar de estimación. |
| Coefficiente de determinación ajustado | Se selecciona el modelo que tenga el R2 |

| | |
|--|---|
| | ajustado más alto. |
| Criterio de información de Akaike (AIC) | Se selecciona el modelo que tenga el AIC más bajo. |
| Criterio de información Bayesiano de Schwarz (BIC) | Se selecciona el modelo que tenga el valor de BIC más bajo. |
| Criterio de Hannan–Quinn | Se selecciona el modelo que tenga el valor más bajo. |
| Criterio de Amemiya | Se selecciona el modelo que tenga el valor más bajo. |
| Criterio Cp de Mallow | Se selecciona el modelo que tenga el valor más bajo de Cp de Mallow |

Fuente: Ojeda y Rocco (2011), Fernández, Acosta y Andrada (2009), Solera (2000) y Esteban, Paz, Orbe, Regúlez, Zarraga y Zubia (s.f.).

1.8.3.4. Prueba de significación del modelo

Para la prueba de significancia global del modelo de regresión, se empleó el análisis de varianza o prueba de F, según la recomendación de Kazmier (2000), considerándose los coeficientes de regresión parciales bajo las siguientes hipótesis estadísticas:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$: La producción del cultivo no está relacionada con las variables explicativas.

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq 0$: La producción del cultivo está relacionada con las variables explicativas.

1.8.3.5. Coeficiente de determinación R^2

Se empleará el coeficiente de determinación R^2 , que según Anderson, Sweeney y Williams (2008), se los usa para determinar la bondad de ajuste del modelo de la ecuación de regresión estimada, y determinar en términos porcentuales el grado de variabilidad, que es explicada por las variables independientes sobre la variable dependiente.

1.8.3.6. Prueba de significación individual del modelo

En este caso se utilizó el estadístico “t” de Student, el cual según Kazmier (2000), se lo empleó para determinar si el coeficiente de regresión parcial para cada variable independiente,

representando una contribución significativa al modelo global. Sobre la base de las siguientes hipótesis:

$H_0: \beta_i = 0$: La variable explicativa no afecta significativamente a la producción del cultivo.

$H_1: \beta_i \neq 0$: La variable explicativa afecta significativamente a la producción del cultivo.

1.8.3.7. Valor probable de ocurrencia

Se determinó el valor probable de ocurrencia de la probabilidad en su conjunto, el cual vienen a ser la el promedio de las probabilidades individuales de cada una de las variables que conforman el modelo lineal (Pañuni s.f.), elemento necesario para responder las siguientes hipótesis:

$H_0: \theta = 0$: Las variables explicativas no inciden significativamente a la producción del cultivo.

$H_1: \theta \neq 0$: Las variables explicativas inciden significativamente a la producción del cultivo.

1.8.3.8. Análisis de la existencia de autocorrelación prueba de Durbin-Watson

La prueba o test de autocorrelación más conocida es la desarrollada por Durbin y Watson, conocido como estadístico d de Durbin-Watson, el cual según Gujarati (2004), se define como:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{t=n} (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=n} \hat{u}_t^2}$$

Según el mismo autor se debe incluir el estadístico d de *Durbin – Watson* en los análisis de regresión, junto con otros estadísticos como R^2 y R^2 ajustada, t y F .

Para las variables en estudio, se la planteo la prueba de Durbin-Watson bajo las siguientes hipótesis:

$H_0: \rho = 0$: No existe autocorrelación positiva ni negativa de primer orden.

$H_1: \rho \neq 0$: Existe autocorrelación positiva o negativa de primer orden.

Para lo cual consideramos la siguiente relación:

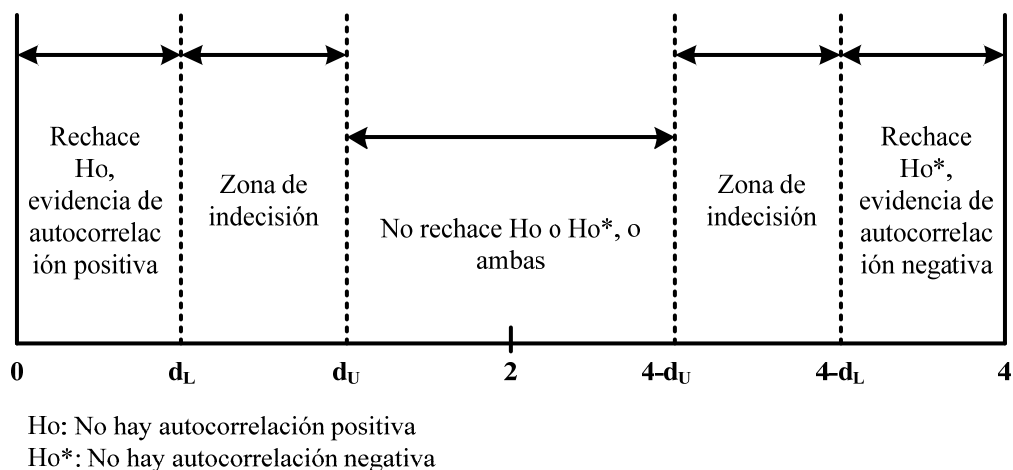


Figura 1. Estadístico de Durbin-Watson (Gujarati 2004)

La prueba de Durbin-Watson, presenta las siguientes reglas de decisión:

Cuadro 4. Reglas de decisión de la prueba de Durbin-Watson

| Hipótesis nula | Decisión | Si |
|---|--------------|-------------------------------|
| No hay autocorrelación positiva | Rechazar | $0 < d < d_L$ |
| No hay autocorrelación positiva | Sin decisión | $d_L \leq d \leq d_U$ |
| No hay correlación negativa | Rechazar | $4 - d_U < d < 4$ |
| No hay correlación negativa | Sin decisión | $4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$ |
| No hay autocorrelación, positiva y negativa | No rechazar | $d_U < d < 4 - d_U$ |

Fuente: Gujarati (2004)

1.8.3.9. Análisis de correlación bivariada

Se realizó el análisis de correlación bivariada, para determinar la relación entre pares de variables, como también para determinar la colinealidad o problemas de multicolinealidad, que según Gujarati y Porter (2010), viene a ser una relación perfecta y exacta entre algunas o todas las variables explicativas de un modelo de regresiones.

1.8.3.10. Prueba especificidad del modelo Test de Ramsey

Con el fin de evitar una mala especificación de los efectos en el modelo, y validar la calidad de los modelos econométricos estimados se realizó la prueba de o Test de Reset Ramsey, bajo las siguientes hipótesis según Choque (2012):

H_0 : El modelo está bien especificado.

H_1 : El modelo está mal especificado.

1.8.3.11. Prueba de normalidad de residuos de Jarque-Bera

La prueba de Jarque-Bera, nos permitió detectar la existencia o ausencia de la normalidad de los residuos del modelo econométrico, siendo una de las propiedades esenciales que garantizan la estimación por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios según Choque (2012), considerando las hipótesis:

H_0 : Los residuos presentan normalidad.

H_1 : Los residuos no presentan normalidad.

1.8.3.12. Prueba de estabilidad del modelo Test de Cusum

La prueba de Cusum es usado para contrastar a través de los residuos, si el modelo planteado es estable o es inestable, teniendo las siguientes hipótesis según Choque (2012):

H_0 : El modelo es estable.

H_1 : El modelo es inestable.

1.8.3.13. Regresión espuria

Para determinar si el modelo planteado es una regresión espuria, se empleó las recomendaciones de Barrera (2011) y Sanz (s.f.), que consideran los siguientes criterios para determinar si se tiene una regresión espuria:

- a. El valor de Durbin-Watson (DW) es cercano de cero e inferior a R^2 y; el R^2 es cercano a 1.

- b.** Las variables graficadas en los componentes principales no son perpendiculares o están muy cerca de la variable independiente.

Para el análisis de datos se empleó software econométricos y estadísticos como son: EViews versión 10, STATGRAPHICS Centurion XVI versión 16.1.18, Minitab versión 16.1.0, SPSS versión 23, Gretl versión 1.9.2., STATA versión 14, RKWard versión 0.6.5.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Teorías económicas

2.1.1. Teoría cuantitativa del dinero

Esta teoría relaciona la cantidad de dinero en circulación con el valor nominal de la producción, es decir si se produce un aumento de la masa monetaria y no aumenta la cantidad de bienes (producción) y servicios, debe aumentar el precio de dichos bienes. Es así que los trastornos monetarios producirán sus efectos directamente en los precios y en la producción de toda clase de bienes (Cepeda y Padilla 2016).

2.2. Producción

La producción viene a ser la actividad humana en la que se convierten los recursos en bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas. La cantidad de bienes y servicios varía en dependencia de la cantidad de recursos (Vivas 2010).

2.2.1. Superficie cultivada

Según Murcia (s.f.), la superficie cultivada es la porción de terreno donde se deposita el germoplasma como ser las semillas de cualquier cultivo, donde se realizaron las labores culturales previas (preparación del suelo, nivelado, surcado) y de la cual se hace un seguimiento de los datos, siendo la variable más importante que genera la actividad agrícola.

2.2.2. Vulnerabilidad de la producción agrícola

Es necesario tener en cuenta que la producción agrícola tiene características particulares, como ser: estos deben ser vendidos rápidamente por su naturaleza perecible, los precios son volátiles por causa de diferentes factores o condiciones no anticipadas como ser el tiempo, las plagas, enfermedades, desastres naturales, etc. Así también se debe considerar que la producción agrícola no posee un control sobre las oportunidades, volumen de la producción, perecibilidad, volatilidad de precios, ventas por debajo de los costos de producción, mano de obra itinerante (Gerona 2005).

2.2.3. Producción agrícola

Según Cajo y Montufar (2016), la producción agrícola es una de las actividades económicas fundamentales que coadyuvan al desarrollo de un país, constituyéndose en el trabajo realizado en la tierra; la agricultura es un sistema productivo que permite transformar la materia prima en productos. En base a la agricultura el agricultor puede cultivar, cereales como el trigo o el maíz, vegetales y hortalizas como la papa, la zanahoria o frutas como las frutillas, las manzanas, etc.

2.3. Producción Agrícola Nacional

2.3.1. Superficie agrícola en Bolivia

Según el INE [Instituto Nacional de Estadística] (2015a), las superficies de actividades agropecuarias de las UPA (Unidades de Producción Agropecuaria) alcanza a 34.654.983,7 hectáreas, lo que equivale a 31,5% de la superficie total del país, como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Superficie total de las UPA, según departamento (En hectáreas)

| Departamento | Superficie total de la UPA | |
|--------------|----------------------------|------|
| | En ha | En % |
| Bolivia | 34654983,7 | 31,1 |
| Santa Cruz | 14046720,7 | 37,9 |
| Beni | 9055192,7 | 42,4 |
| La Paz | 2535254,5 | 18,9 |
| Oruro | 2029245,2 | 37,9 |
| Pando | 1944629,7 | 30,5 |
| Chuquisaca | 1537605,7 | 29,8 |
| Tarija | 1350077,1 | 35,9 |
| Cochabamba | 1238664,1 | 22,3 |
| Potosí | 917594,0 | 7,8 |

Fuente: INE [Instituto Nacional de Estadística] (2015a)

2.3.2. Unidades de producción agrícola

A pesar de que, comparando resultados de años anteriores, se puede decir que el sector agrícola ha tenido una evolución, donde no solo se incrementaron las unidades de producción, sino también las superficies, donde en 1950, la superficie cultivada fue de 188.127,5 hectáreas y en 1984, de 7.341,9 hectáreas. En 2013 aumenta a 292.698,8 hectáreas (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2015b), como se aprecia en la siguiente figura:

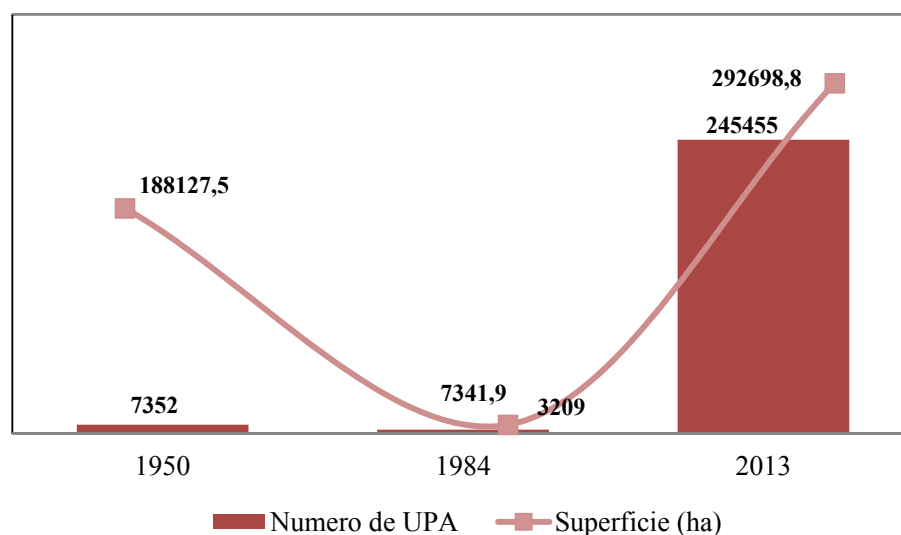


Figura 2. Número de unidades de producción agropecuaria y superficie cultivada, Censos Agropecuarios 1950, 1984 y 2013 (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2015b)

2.3.3. Cultivos de mayor producción y rendimiento en el departamento de La Paz

Según el INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017b), la papa y el banano están dentro de los diez cultivos con más altas producciones, donde la papa llegó a tener una producción de 328288.58 toneladas y el banano llegó a tener una producción de 68083.73 toneladas, tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

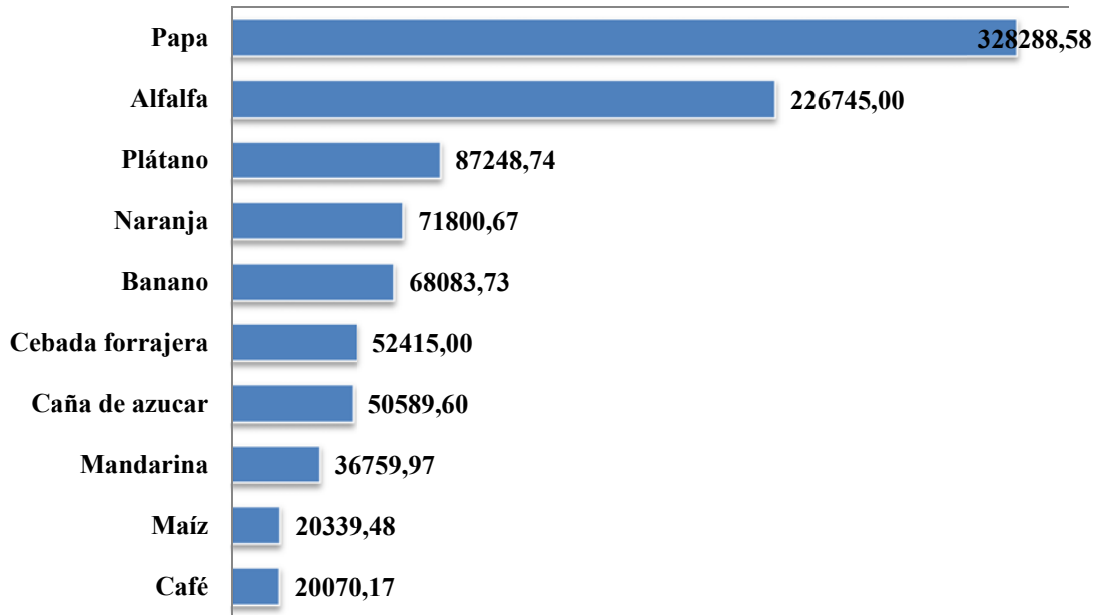


Figura 3. Los diez cultivos de mayor producción en el departamento de La Paz en toneladas métricas (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2017b)

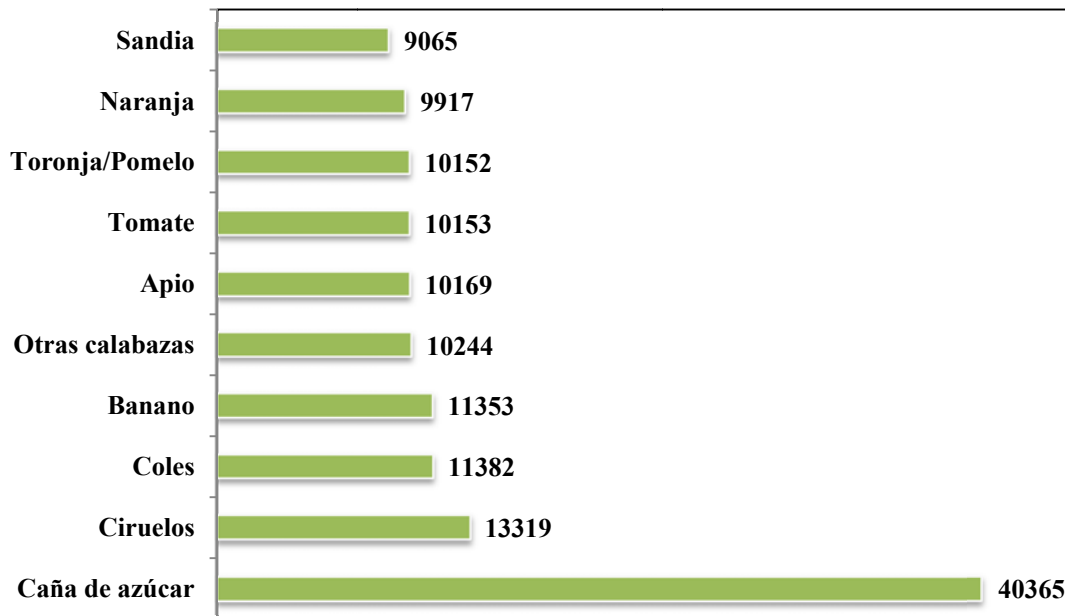


Figura 4. Los diez cultivos de mayor rendimiento (kg/ha) en el departamento de La Paz (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2017b)

Así también se aprecia en la Figura 4, que el banano y el tomate están entre los cultivos con mayor rendimiento en el departamento de La Paz, donde el tomate llega a tener un rendimiento de 10153 kg/ha, y el banano llega a tener un rendimiento de 11353 kg/ha (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2017b)

2.3.4. Política de seguridad alimentaria

Según señala el Estado Plurinacional de Bolivia (2006), la producción agropecuaria en Bolivia hace énfasis en la producción agroecológica y acorde con las necesidades de la población y el potencial de los ecosistemas, lo que implica la generación de una política de seguridad alimentaria, privilegiando la producción nacional en términos de cantidad y calidad para el mercado interno, consolidando los sistemas productivos alimenticios, ecológicos, sustentables con responsabilidad social.

2.4. Análisis de la producción

2.4.1. Análisis de la producción agrícola

El análisis de la producción estudia las decisiones relativas a la producción de uno o más bienes y la utilización de factores productivos a nivel microeconómico, esto es, desde el punto de vista de las unidades de producción básicas, de las empresas, o de toda una industria o de una zona geográfica. En este sentido, la teoría de la producción permite evaluar los efectos de diversas medidas de política económica, como el establecimiento de cuotas a la producción, de salarios mínimos o medidas de regulación medioambiental (Alvarez *et al.* 2003).

Según Caldentey y Gomez (1993), el análisis de la producción agrícola, abarca el análisis teórico del mercado de productos agrarios, los cuales se pueden clasificar en:

- a. Productos destinados a la alimentación humana.
- b. Productos destinados al reemplazo en la agricultura.
- c. Productos no alimenticios destinados a la industria.

2.4.2. Análisis dinámico de la producción

Los análisis de producción en muchos de los casos son estáticos en el sentido de que el tiempo no tiene una consideración específica, en lo que se supone que todos los períodos de tiempo son independientes, esto es, las medidas realizadas en el pasado no afectan a los resultados del presente; sin embargo, la realidad es muy distinta debido a los cambios de las variables exógenas, que se ajustan hasta alcanzar un equilibrio (Alvarez, Arias y Orea 2003).

2.4.3. Incertidumbre económica de la producción

La producción agrícola según Miliozzi (2011), en muchos de los casos se encuentra a la deriva, debido a las oscilaciones de los precios de los productos que se da como consecuencia de los distintos momentos o etapas en que se produce como es el comienzo de la producción: siembra o nacimiento de la hacienda y el momento final de la producción: cosecha o destino del ganado.

2.5. Aumento de la producción y crecimiento económico

El aumento de la producción se mide por la tasa de crecimiento de la economía; donde el objetivo de la generación de las políticas económicas es lograr que la producción crezca por arriba del año anterior, porque esto significará una mayor cantidad de bienes y servicios disponibles para la población (Astudillo 2012).

2.5.1. Factores que afectan el crecimiento económico

Según Kugman y Wells citado por Astudillo (2012), son tres los factores los que explican el crecimiento económico:

- Crecimiento de la población, que también provoca un incremento de la población económicamente activa; por lo que mientras mayor cantidad de personas trabajen, mayor será la producción.
- Incremento de la productividad, que con el tiempo se espera que se logre una mayor eficiencia de los factores de producción, esto debido a la acumulación de experiencias

(en los puestos de trabajo) y el avance tecnológico, lo que derivaría en una mayor producción con el menor uso de recursos.

- Acumulación de bienes de capital, esto entendido como un factor de producción, ya que los edificios, la maquinaria, los equipos, tienen un tiempo de vida más o menos largo y su vida útil no se termina en un año.

2.6. Indicadores económicos

Los indicadores económicos nos permiten según Contafinanzas (2017):

- Cuantificar el comportamiento de los agentes económicos y de las diferentes relaciones que se establecen entre ellos, en algunos casos se necesita colocar poner una cifra a cuestiones económicas para que se pueda valorar en su medida una situación;
- Informar sobre la evolución histórica de una actividad económica, para comprender su tendencia en el tiempo, es decir los indicadores nos ofrecen información sobre sus variaciones (han aumentado o disminuido respecto al año anterior);
- Permite realizar comparaciones con la situación económica, comparando la evolución de los indicadores en el tiempo, así mismo, es útil comparar un indicador o su tasa de variación con la de diferentes productos, países o regiones.
- Sirven de guías para la política económica de los gobiernos.

2.6.1. Producto Nacional Bruto (PNB)

El producto nacional bruto viene a ser el valor total de los bienes y servicios finales producidos por los habitantes y empresas de un país durante un periodo, en esto se considera lo que producen ya sea en su país o en cualquier otro. Cabe destacar que los bienes incluyen productos tangibles agrícolas (maíz, legumbre, cereales) como industriales (autos, computadoras, edificios). Los servicios se refieren a la producción del sector terciario (educación, financiero, comercio) (Astudillo 2012).

2.6.2. Producto Interno Bruto (PIB)

Según Astudillo (2012), el PIB viene a ser el valor de los bienes y servicios finales producidos en el interior de un país, en un determinado periodo. Al igual que en el PNB llega a ser o se trata de la suma de bienes y servicios finales producidos en un periodo, la diferencia es que el PIB se refiere a lo producido en el país, independientemente de que quienes lo produzcan sean nacionales o extranjeros.

Así mismo señala que tanto el PNB y el PIB miden el crecimiento de la economía de un país cuando se comparan estos indicadores durante un tiempo. Si ambos indicadores se llegan a dividir entre la cantidad de habitantes de un determinado país se llega a obtener el PNB y el PIB per cápita, que miden o evalúan el aumento o disminución del bienestar de las personas, no considerando las diferencias en la distribución de los ingresos, siendo más útil si se compara con otros países.

2.7. Indicadores de la evolución macroeconómica

Según Astudillo (2012), para conocer la situación macroeconómica de un país hay tres indicadores que son básicos:

- Crecimiento de la producción.
- Inflación
- Desempleo

2.7.1. Crecimiento de la producción

Para un crecimiento de la producción, las empresas organizan el proceso productivo para la obtención de bienes y servicios, decidiendo que cosas producir, cómo producir (en base al uso de tecnología) y cuánto producir; donde las empresas utilizan factores de producción (capital, trabajo y recursos naturales) combinados en ciertas proporciones determinadas por la tecnología que utiliza (función de producción), lo cual determinara un crecimiento de la producción (CINVE 2005).

2.7.2. Inflación

Blank y Tarquin (1999), consideran a la inflación como un incremento en la cantidad de dinero necesaria para obtener la misma cantidad de un bien, producto o servicio, antes de la presencia del precio inflado, es decir el valor del dinero ha cambiado, se ha reducido y como resultado se necesitan más dinero para menos bienes.

Según Hernández (2010), la inflación viene a ser el incremento porcentual del nivel general de precios durante un año respecto al año anterior. La tasa de inflación más utilizada es la que considera el incremento porcentual de IPC:

$$Tasa\ de\ inflación\ (Año\ t) = \frac{IPC_t - IPC_{t-1}}{IPC_{t-1}} \times 100$$

Donde:

IPC_t = IPC del año dado

IPC_{t-1} = IPC del año anterior al año dado

2.7.3. Desempleo

Para De Gregorio (2012), el desempleo es aquella proporción de los habitantes de un determinado país que quieren trabajar, pero que debido a diversos factores no consiguen hacerlo.

Producto de intervenciones se producen desequilibrios en el mercado de trabajo, este desequilibrio presenta excesos de oferta de mano de obra, es decir existen personas que desean trabajar y no pueden hacerlo, lo que se denomina desempleo y de mantenerse durante largos períodos de tiempo afectara al crecimiento económico. A pesar de que se trata de compatibilizar la demanda y la oferta de trabajo (existiendo simultáneamente desempleados y puestos de trabajo vacantes); en otros casos, el elemento que determina el desempleo es la rigidez salarial (Mochón 2006).

2.8. Sectores económicos

En todo proceso de producción de un país, se integran diferentes actividades económicas, las que están determinadas por tres sectores económicos, que se dividen en diferentes ramas productivas (Elizalde 2012):

- Agropecuario.
- Industrial.
- Servicios.

2.8.1. Sector agropecuario

Para Elizalde (2012), este sector es conocido como sector primario y está integrado por cuatro ramas productivas que son:

1. **Agricultura.** Que es la encargada de la producción de vegetales, semillas y frutos que satisfagan las necesidades humanas.
2. **La ganadería.** Que se encarga de la crianza de distintos ganados para la obtención de: leche, carne, piel y otros derivados.
3. **La silvicultura.** Que se encarga de la explotación de bosques para la obtención de resina y maderas.
4. **La pesca.** Que se encarga de la explotación de fuentes lacustres para la pesca de distintas especies.

2.8.2. Sector industrial

Que recibe el nombre de sector secundario, siendo las encargadas de la transformación de recursos económicos naturales y materias primas en productos de consumo, está según Elizalde (2012), se divide en dos subsectores:

1. **La industria extractiva.** Donde se tienen a la minería y el petróleo, que son las encargadas de extraer del subsuelo recursos naturales, minerales y petróleo.
2. **La industria de la transformación.** Que es la encargada de producir bienes o mercancías que han sufrido cambios durante el proceso productivo, como ser: la

industria del calzado, del vestido, del refresco, del vidrio, del papel, de productos químicos, etc.

2.8.3. Sector servicios

Según Elizalde (2012), se la conoce como sector terciario, el cual incluye todas las actividades económicas que no se encuentran materializadas, es decir, que no son tangibles, lo que se ve reflejado en el trabajo que realizan los hombres, satisfaciendo necesidades sociales, los servicios pueden ser de dos tipos:

- 1. Públicos.** Estas son llevadas a cabo por el estado, cumpliendo con objetivos económicos, políticos, sociales y culturales.
- 2. Privados.** Las que son realizadas por personas en total libertad apegándose a las regulaciones establecidas por el Estado.

2.9. Precios de bienes y servicios

Según García (2000); la economía trata de explicar los cambios en los precios de todos los bienes y servicios. Es decir, la economía moderna puede definirse como la ciencia que estudia lo escaso y sus precios. Así mismo señala que el precio es el pago o recompensa asignado a la obtención de un bien o servicio o, más en general, una mercancía cualquiera, que generalmente es medido en unidades monetarias.

Para Astudillo (2012), el precio es la base para hacer el intercambio de bienes y servicios en cualquier mercado, y la cantidad de dinero que se paga para obtener una mercancía se llama precio nominal o monetario, a diferencia del precio relativo que es la proporción de un precio en relación con otro bien o servicio, por ejemplo cuando comparamos el precio de un litro de leche se puede expresar en términos de cualquier otro bien, como por ejemplo si fuera del vino, el precio de un litro de leche sería la mitad del precio de un litro de vino.

2.9.1. Cambios del precio

Los cambios de los precios, supone una medida reactiva a las condiciones del mercado, que en muchos de los casos debería considerar un balance entre el deseo del cliente por conseguir un

producto a un buen precio y la necesidad de la empresa de cubrir sus costes y obtener ganancias (Hinterhuber 2008).

2.9.2. Crecimiento de la población y precios

Para Ortega (2011), como la población crece, también lo hace la demanda de alimentos, por lo que es natural que si al aumentar la demanda y la oferta de alimentos no responde con un crecimiento, los precios de los alimentos aumenten. En este caso se debería considerar también en un aumento de la oferta alimentaria, para prevenir el aumento los precios de los alimentos en el largo plazo.

2.9.3. Producción y mercado

Según Galarza (2014), el mercado puede influir en la producción agrícola mediante dos vías:

- La primera vía es la medición (la cual se basa en la observación de los ingresos de los productores lo que afectara en los precios de equilibrio);
- La segunda vía los incentivos para la adopción de mejoras en productividad, esta segunda vía viene a ser un efecto real de las condiciones de mercado sobre la productividad.

2.9.4. Evolución de precios

La evolución de los precios, y de manera general de los productos que forman parte de la canasta familiar constituye una preocupación muy importante de los ciudadanos, por lo que en muchos casos es imprescindible conocer los productos cuyo precio se incrementa, sus causas, la participación de los diferentes miembros de la cadena de valor y las posibles actuaciones correctoras (Cruz 2008).

2.10. Series de tiempo

Para Espinal *et al.* (2016), la serie de tiempo viene a ser una sucesión de variables aleatorias ordenadas y equidistantes de acuerdo a una unidad de tiempo. Similar criterio tiene Alberto (2007), que señala que una serie temporal es una secuencia de datos ordenados y equidistantes

sobre una característica o sobre varias características una unidad observable en diferentes momentos.

2.10.1. Estacionalidad de la producción agrícola

Según el INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática] (2002), la estacionalidad llegan a ser fluctuaciones subanuales (por ejemplo, mensuales, bimensuales, trimestrales, cuatrimestrales) que se repiten regularmente de año en año. Las sumas o medias de 12 meses consecutivos (4 trimestres, 6 bimestres) no contienen estacionalidad. Así también señala que la estacionalidad puede ser climática (variaciones estacionales), como en el caso de la agricultura.

2.10.2. Desestacionalización de una serie

Así también Felipe, Correa, Luna y Ruiz (2002), señala que la desestacionalidad es muy importante en el estudio de series económica, puesto que no se llega a realizar esa actividad puede llegar a influir en las propiedades estadísticas de las series de tiempo, lo que produciría una mala especificación de modelos econométricos, con baja capacidad descriptiva y que provocara malas predicciones.

Si se llega a desestacionalizar una serie y es con la finalidad de realizar un análisis econométrico, lo más conveniente es emplear el método de regresión, de tal forma que las fluctuaciones estacionales podrían formar parte explícita del modelo econométrico (INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática] 2002).

Por otro lado, el mismo autor señala que el objetivo de la desestacionalización es llegar a observar la tendencia de la serie, sin efectos estacionales que la puedan oscurecer, siendo el método más adecuado el de los promedios móviles, debido a su sencillez de cálculo y aplicación.

2.11. Índice

El índice viene a ser una serie de números que llegan a expresarse como un promedio de precios, salarios o alguna otra medida que varía a lo largo del tiempo (Gallardo s.f.).

2.11.1. Números índice

Para la UAEM [Universidad Autónoma del Estado de México] (s.f.-a), un número índice viene a ser un valor relativo, expresado como porcentaje o cociente, que mide un período dado contra un período base determinado. Es decir indican el cambio relativo en algún punto anterior en el tiempo (período base) y un período dado, casi siempre, el período actual:

- Precio
- Cantidad
- Valor

2.11.2. Deflactar

La deflactación viene a ser la conversión de variables nominales o monetarias reales, esto se realiza dividiendo las variables monetarias por un índice de precios (Gallardo s.f.).

2.12. Índice de Precios al Consumidor (IPC)

Según Canelas (2002), el Índice de Precios al Consumidor es uno de los indicadores de la variación de los precios de un periodo a otro, de un conjunto de bienes y servicios denominados "canasta" o canasta familiar el cual es adquirido por una familia típica.

Así también el INE [Instituto Nacional de Estadística] (2011) señala que el Índice de Precios al Consumidor (IPC) es una investigación estadística el cual mide la variación porcentual promedio de los precios de un conjunto de bienes y servicios que demandan los consumidores. El IPC se lo emplea con la finalidad de la toma de decisiones tanto estatales como privadas, debidas a su empleo en:

- El ajuste de salarios
- Estados financieros
- Pérdida del poder adquisitivo de la moneda
- Factor de análisis del comportamiento de la economía.

Así mismo Aguilar (2011), señala que el índice de precios, viene a ser una medida ponderada con la que podemos calcular la variación de los precios con respecto a un año base para un momento determinado de un producto o conjunto de productos que se encuentran determinados en una cesta de bienes y servicios incluidos en la canasta básica.

Los índices de precios son los indicadores más importantes en economía, debido a que permiten calcular la variación de precios, entre dos fechas, de productos, bienes y servicios que se compran o se venden (Zubieta y Martínez 2003).

Según Aguilar (2011), el cálculo del IPC se lo puede realizar por la siguiente relación:

$$IPC = \frac{P_n}{P_0} \times 100$$

Dónde:

P_0 = Precio del año base

P_n = Precio del año a considerar

A la anterior relación también se la conoce como Índice simple de Precios (Zubieta y Martínez 2003).

2.12.1. Canasta de bienes y servicios

Según el INE [Instituto Nacional de Estadística] (2011), la canasta de bienes y servicios se emplea para el cálculo del IPC, el cual en la actualidad consta de 364 productos que representan el gasto del consumo de los hogares. En la canasta cada bien o servicio posee ponderaciones los cuales están determinado por:

- Cambios en hábitos de consumo por parte de los consumidores.
- Preferencias del consumidor hacia ciertos bienes o servicios.
- Nivel de ingresos de los consumidores
- Precios de los distintos bienes y servicios ofertados en el mercado.

- Aparición y desaparición de productos como resultado de los avances tecnológicos.

2.12.2. Ponderaciones

La actual canasta consta de doce grupos los cuales tienen diferentes ponderación, siendo los alimentos los que tienen una ponderación superior a $\frac{1}{4}$ del total de la canasta (INE [Instituto Nacional de Estadística] 2011):

Cuadro 6. Ponderaciones por división

| División | Ponderación |
|--|--------------------|
| Alimentos y Bebidas No Alcohólicas | 27.37 |
| Bebidas Alcohólicas y Tabaco | 0.89 |
| Prendas de Vestir y Calzados | 6.28 |
| Vivienda y Servicios Básicos | 11.10 |
| Muebles, Bienes y Servicios Domésticos | 6.71 |
| Salud | 2.51 |
| Transporte | 12.51 |
| Comunicaciones | 3.47 |
| Recreación y Cultura | 6.32 |
| Educación | 4.72 |
| Restaurantes y Hoteles | 11.07 |
| Bienes y Servicios Diversos | 7.06 |

Fuente: INE [Instituto Nacional de Estadística] (2011).

En el grupo de productos agrícolas tenemos:

Cuadro 7. Ponderaciones de cultivos agrícolas

| Subclase | Grupo | Producto | Ponderación |
|-----------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| Frutas | Frutas frescas | | 1,326 |
| | | Manzana | 0,213 |
| | | Naranja | 0,256 |
| | | Mandarina | 0,210 |
| | | Toronja - pomelo | 0,002 |
| | | Limón | 0,009 |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------|
| | Plátano/banano/guineo | 0,296 |
| | Plátano/postre para cocinar | 0,113 |
| | Papaya | 0,075 |
| | Uva | 0,060 |
| | Sandía | 0,030 |
| | Durazno | 0,045 |
| | Palta | 0,015 |
| | Chirimoya | 0,002 |
| Legumbres, hortalizas y tubérculos | Tubérculos frescos | 1,784 |
| | Papa | 1,726 |
| | Yuca/mandioca | 0,050 |
| | Papaliza/ullucu | 0,003 |
| | Camote | 0,002 |
| | Oca | 0,003 |
| | Legumbres y hortalizas | 2,114 |
| | Tomate | 0,558 |
| | Lechuga | 0,130 |
| | Cebolla | 0,519 |
| | Zanahoria | 0,314 |
| | Arveja | 0,172 |
| | Haba | 0,136 |
| | Acelga | 0,025 |
| | Choclo | 0,059 |
| | Locoto | 0,060 |
| | Pimentón/morrón | 0,050 |
| | Betarraga/remolacha | 0,001 |
| | Pepino | 0,007 |
| | Vainita | 0,022 |
| | Nabo | 0,025 |
| | Zapallo | 0,034 |
| | Repollo | 0,002 |

Fuente: INE [Instituto Nacional de Estadística] (2011).

2.12.3. Métodos de cálculo del IPC

Según Aguilar (2011), existen tres métodos de cálculo utilizados con mayor frecuencia para los índices de precio y son los siguientes:

- Método Laspeyres
- Método Paasche
- Método de Fisher

2.12.3.1. Método Laspeyres

Según Zubieta y Martínez (2003), el método de cálculo del IPC de Laspeyres es el más usado y, considera como ponderadores las cantidades consumidas en el año base, es decir, se compara la canasta del año base contra la misma canasta en el año dado, en este caso se considera la importancia de cada artículo de la canasta, teniendo la siguiente relación:

$$I_n = \frac{\sum P_n \times Q_0}{\sum P_0 \times Q_0} \times 100$$

Dónde:

P_0 = Precio del año base

Q_0 = Cantidad del año base

P_n = Precio del año a considerar

2.12.3.2. Método Paasche

A diferencia del método de Laspeyres, para Zubieta y Martínez (2003), para el cálculo del IPC, considera como ponderadores las cantidades consumidas en el año dado, es decir, el año que se está comparando, teniendo la siguiente relación:

$$I_n = \frac{\sum P_n \times Q_n}{\sum P_0 \times Q_n} \times 100$$

Dónde:

P_0 = Precio del año base

Q_n = Cantidad del año dado

P_n = Precio del año a considerar

2.12.3.3. Método Fisher

Según Zubieta y Martínez (2003), el método de Fisher combina tanto el método de Laspeyres y el método de Paasche, por lo que también es denominado como Índice Ideal de Fisher, el cual se calcula con la siguiente relación:

$$I_n = \sqrt{\frac{\sum P_n \times Q_0}{\sum P_0 \times Q_0} \times \frac{\sum P_n \times Q_n}{\sum P_0 \times Q_n}} \times 100$$

Dónde:

P_0 = Precio del año base

Q_0 = Cantidad del año base

Q_n = Cantidad del año dado

P_n = Precio del año a considerar

2.13. Índice de precios mayoristas o al por mayor

Según el INE [Instituto Nacional de Estadística] (2008), el Índice de precios al por mayor de productos agrícolas (IPMA) sirve para medir la evolución promedio del nivel de precios de aquellas operaciones comerciales normalmente de alta importancia relativa en cuanto a su volumen de comercialización, la cual se lleva a cabo entre los productores o mayoristas por una parte, y los distribuidores o intermediarios por la otra, sin la intervención del consumidor final.

Según el INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática] (2011), el Índice de Precios mayoristas (IPM) o al por mayor tiene por objeto medir la evolución promedio de los precios de los productos que se comercializan al por mayor, cuyo comportamiento usualmente se identifica como una señal anticipada de la variación de los precios que luego se transmitirá al

canal minorista, constituyendo por tanto un importante indicador de la inflación en el nivel mayorista.

2.14. Macroeconomía

Según Casares y Tezanos (2009), la macroeconomía llega a ser el análisis de la conducta de la economía en su conjunto con respecto a la producción, el nivel de precios y otros factores como la renta y el desempleo. En forma general es el estudio de la economía en términos del monto total de bienes y servicios producidos, el total de ingresos, el nivel de desempleo, los recursos productivos y el comportamiento general de los precios.

Así también Ayala (2011), señala que la macroeconomía es el estudio de la economía nacional, la cual llega a estudiar: los Precios promedio, el empleo total, ingreso y producción total.

2.15. Econometría

Para Gujarati y Porter (2010), la econometría viene a ser el análisis cuantitativo de fenómenos económicos reales, basados en la teoría y la observación, haciendo uso de la teoría económica, las matemáticas y la inferencia estadística a los fenómenos económicos.

Según señala Ma (s.f.), la econometría se basa en el desarrollo de métodos estadísticos destinados a estimar las relaciones económicas, centrándose en los problemas inherentes a la recopilación y al análisis de datos económicos, siendo la econometría una rama de la estadística basada en el planteamiento de modelos que relacionen variables económicas. Siendo que uno de los principales objetivos de la econometría el realizar análisis causales, que permiten determinar, caracterizar y cuantificar la relación del comportamiento entre variables económicas.

2.15.1. Modelo econométrico

Según Toro *et al.* (2010), un modelo econométrico está formado por una o varias ecuaciones en las que la variable explicada o endógena depende de una o varias variables explicativas o regresoras o también llamadas independientes.

En economía, un modelo econométrico es un tipo de proposición teórica que afirma que los cambios de una variable se pueden explicar a partir de los cambios de una o varias variables distintas. Este tipo de relaciones se puede expresar por medio de una ecuación de regresión lineal múltiple, siendo su formulación un modelo clásico de regresión normal lineal (Botazzi 1998).

Según Espasa (2002), un modelo econométrico nos permite:

- Evaluar y cuantificar la situación presente de un fenómeno económico.
- Incidir en aspectos esenciales del mismo.
- Proyectando el futuro del fenómeno.
- Comparación de una situación actual con apreciaciones anteriores.
- Señala cuanto es la contribución de variables causales en variables dependientes y;
- Vinculación del análisis de un fenómeno con otros con quien se tenga o se asuma que tiene una relación de dependencia.

Así también el mismo autor señala que en una orientación moderna los modelos econométricos son tomados como marco que permite recoger las principales características del comportamiento histórico de los datos adecuadamente estructurados y de acuerdo con resultados de aceptación suficientemente amplia de la teoría económica. En ese contexto, proporciona un fundamento válido, tanto teórico como empírico.

2.15.1.1.Elementos que componen un modelo

Para López (2015), los elementos que componen el modelo son:

- **Las variables.** Viene a ser una característica de una población la cual puede tomar diferentes valores, siendo de interés solo aquellas variables que tienen un significado económico, como ser: precio, producción, ingreso, y cantidad de insumo utilizado tienen región económicamente factible en los números reales positivos.

- **Las ecuaciones.** La ecuación es una igualdad conformada por una expresión matemática la cual establece relaciones entre variables, la ecuación contiene no solo las variables de interés sino también otras que pueden afectar a las mismas.
- **Los parámetros.** Los parámetros cumplen un papel muy importante en el modelo, ya que sobre estos el investigador formula las pruebas de hipótesis.

Según Ma (s.f.), los componentes del modelo son:

- **Las variables.** Las cuales pueden ser:
 1. **Variables observacionales:** Son aquellas que se pueden medir.
 - a. **Variable Dependiente:** Es aquella que tratamos de explicar.
 - b. **Variable Independiente:** Es aquella que explica o es la causa de la variable dependiente, es decir la variable dependiente estará causada por las variables independientes.

Cuadro 8. Variables

| Y | X |
|----------------------|------------------------|
| Variable dependiente | Variable independiente |
| Variable explicada | Variable explicativa |
| Variable respuesta | Variable de control |
| Variable predicha | Variable predictor |
| Regresando | Regresor |

Fuente: Ma (s.f.)

2. **Variables no observacionales:** Son aquellas que no se pueden medir por estar contenidas en el término de error.
- **Los Parámetros:** Si están contenidos en la ecuación del modelo, se llamarán parámetros estructurales.
 - **Los Datos:**

1. **Datos de Sección Cruzada o Corte Transversal.** Que vienen a ser una o más variables medidas en distintas unidades económicas.
2. **Datos de Serie Temporal.** Son el conjunto de observaciones de una o más variables medidas a lo largo del tiempo en periodos regulares.
3. **Datos de Panel.** Son el conjunto de observaciones de una o más variables medidas en distintas unidades económicas, en distintos periodos de tiempo, entre los que se hacen cambio estructural.

2.15.1.2. Clasificación de modelos econométricos

Para Espasa (2002), los modelos econométricos según su naturaleza pueden tener distintos usos en un análisis de datos, así estos pueden emplearse para:

- **Fines estructurales.** El modelo se utiliza para inferir sobre las características básicas del sistema económico que se está considerando.
- **Predicción.** Se lo emplea para proyectar o predecir la evolución futura de los mismos. Los buenos modelos con fines predictivos deben poder ajustarse con prontitud a los cambios estructurales.
- **Simulación.** Nos servirá para simular el comportamiento de las variables (endógenas) que se determinan en el modelo en función de una hipótesis sobre la evolución de variables (exógenas) explicativas.
- **Determinación de causalidades.** Este modelo determina las relaciones de causalidad entre las variables de acuerdo y se fórmula en términos de parámetros que resultan constantes en el tiempo, incluyéndose un análisis de descripción de las características del fenómeno económico objeto del estudio. Los modelos causales se ajustan introduciendo nuevos esquemas causales si es el caso, o realizando ajustes de nivel.

Así también López (2015), señala las siguientes clasificaciones de modelos entre las que tenemos a:

- **Según la cobertura económica.** Los modelos pueden ser:
 - Microeconómicos

- Macroeconómicos
- **De acuerdo con el número de variables independientes.** Los modelos se dividen en:
 - Simples
 - Múltiples
- **De acuerdo al número de ecuaciones.** Se tienen modelos:
 - Uniecuacionales
 - Multiecuacionales.
- **En base al periodo de tiempo.** Los modelos pueden ser:
 - Estáticos
 - Dinámicos
- **Según el número de variables endógenas con el número de ecuaciones.** Los modelos se dividen:
 - Completos
 - Incompletos

2.15.1.3. Clasificación de las Variables

Considerando el punto de vista económico según López (2015), las variables se clasifican en:

- **Endógenas.** Son aquellas cuyos valores se determinan o calculan dentro del modelo.
- **Exógenas.** Se caracterizan porque sus valores están determinados fuera del modelo.

El mismo autor señala que se tienen otras clasificaciones de las variables; las que son:

- Desde el punto de vista de inferencia estadística: variables aleatorias discretas y continuas.
- De acuerdo con su rol en expresión matemática: variables dependientes e independientes, explicadas o explicativas.

- Variables predeterminadas, a las que pertenecen las variables exógenas con o sin rezago (o retardo) y las endógenas rezagadas.
- Variables esperadas o de expectativas, las cuales son gran utilidad en la formulación de modelos dinámicos.

2.15.1.4. Clasificación de las Ecuaciones

Considerando el aspecto económico las ecuaciones se pueden clasificar según López (2015), en:

- Ecuaciones de comportamiento.** Reflejan el comportamiento de los distintos agentes económicos (consumidores, productores, inversionistas, etc.). estas ecuaciones son las que proporcionan mayor aporte teórico a los modelos.
- Ecuaciones tecnológicas.** Un ejemplo común y típico es la función de producción, la cual refleja el estado de la tecnología de un sector ó de un país.
- Ecuaciones institucionales.** Estas reflejan un mandato o voluntad del gobierno o de los estamentos que toman las decisiones en un país.
- Ecuaciones de definición.** Esta son ecuaciones o identidades matemáticas y económicas válidas por definición. Generalmente son relaciones contables y la mayoría de los ejemplos de este tipo de ecuaciones se encuentran en las cuentas macroeconómicas.
- Ecuaciones de equilibrio.** Estas ecuaciones nos garantizan que el modelo tenga solución.

2.15.1.5. Modelo de regresión lineal

Según Medina (s.f.), el modelo de regresión lineal es el modelo básico en econometría el cual queda formulado con la siguiente expresión:

$$Y_i = \beta_2 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \mu_i$$

Dónde:

Y_i = Variable endógena o explicada cuyo comportamiento se quiere analizar.

X_{1i} = Cada una de las variables exógenas o explicativas y que son consideradas como las causas de la variable endógena.

β_i = Son los parámetros a estimar.

μ_i = Perturbación aleatoria que recoge el efecto conjunto de otras variables.

i = Es el subíndice que hace referencia a las diversas observaciones, hace referencia a distintos momentos del tiempo (series temporales).

Benavente *et al.* (2007), señalan que la regresión es un elemento fundamental en la econometría, que corresponde a un estudio de dependencia entre una variable dependiente y una o más variables explicativas, el análisis de regresión tiene como objeto estimar y/o predecir el promedio poblacional de la variable dependiente para valores fijos de la(s) variable(s) explicativa(s). Así también señalan que se debe tener claro que la regresión es una relación estadística, que no implica causalidad a priori, por lo que se debe recordar que una relación estadística no puede por sí misma implicar en forma lógica una causalidad.

2.15.1.6. Interpretación de coeficientes

Para Ma (s.f.), cuando se plantea cualquier modelo de regresión, nuestro objetivo es interpretar el efecto de X sobre Y; Para que los parámetros de un modelo puedan interpretarse, el modelo tiene que ser lineal en sus parámetros.

El mismo autor señala que se tienen diferentes formas de interpretación en función al modelo que se está planteando, como se refleja en el Cuadro 7:

Cuadro 9. Interpretación de coeficientes

| Modelo | Ecuación | Interpretación |
|-------------------------|--|--|
| Modelo lineal | $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ | Ante un incremento de 1 unidad de X, le corresponde en promedio una variación de β_1 unidades en Y |
| Modelo Logaritmo-Lineal | $\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ | Ante un incremento de 1 unidad en X, le corresponde en promedio una variación de |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| | | 100 × β_1 puntos porcentuales en Y. |
| | | Ante un incremento de 1 punto porcentual en X, le corresponde en promedio una variación de $\frac{\beta_1}{100}$ unidades en Y. |
| Modelo Lineal-Logaritmo | $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln(X) + \varepsilon$ | Ante un incremento de 1 punto porcentual en X, le corresponde en promedio una variación de β_1 puntos porcentuales en Y. |
| Modelo doble Logaritmo | $\ln(Y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X) + \varepsilon$ | |

Fuente: Ma (s.f.)

2.15.2. Modelo estructural y modelo estadístico

Generalmente la teoría económica sugiere las posibles relaciones potenciales entre las variables a utilizar, pero en la formulación de los sistemas de ecuaciones se especifica con base en los patrones estadísticos de los datos reales. Es decir que un modelo estructural está basado en información económica, pero el modelo estadístico se elige con base de la información sistemática contenida en los datos reales, por lo cual la información económica y la información estadística se fusionan de manera armoniosa, de manera que un modelo estructural planteado dentro de un modelo estadísticamente deberá pasar las pruebas sobre los supuestos como son normalidad, linealidad, homoscedasticidad, no autocorrelación, etc. (Espinoza *et al.* 2012).

El mismo autor señala que es de gran importancia contar con un modelo y que este sea estadísticamente adecuado, debido a que el objetivo último de la econometría es extraer información de los datos que permita conocer el fenómeno de interés. Por lo que el primer paso al plantear un modelo será que este pase las pruebas de correcta especificación.

2.15.3. Selección de variables

Según Barrera (2005), una de las más grandes dificultades cuando se formulan modelos econométricos, es identificar las variables regresoras o independientes que conformaran el modelo final y, que predican de la mejor forma posible. La selección de variables se la realiza

cuando se dispone de información de un conjunto amplio de variables, del cual se desconoce cuáles están relacionadas o pueden utilizarse para predecir una respuesta de interés. La identificación del conjunto de variables que proporcionan el mejor modelo de regresión dependerá en gran medida del objeto de estudio, para de esta forma identificar el mejor conjunto de variables y ajustado al modelo de regresión.

2.15.4. Regresión espuria

La regresión espuria, viene a ser una regresión de una serie de dato sobre otra variable no relacionada, produciendo parámetros de la pendiente que indican la existencia de relación cuando sabemos que no la hay, esto llegaría a provocar en un uso equivocado de valores críticos, este problema de regresión espuria no llega a desaparecer ni cuando se aumente el tamaño muestral (Gonzalo s.f.).

Al respecto Catalán (s.f.), señala que así se tengan resultados que aparentemente son adecuados debido a que las series lleguen a generar una alta correlación, la presencia de regresión espuria representaría un problema para el modelo econométrico:

- El modelo llegaría a estar mal especificado.
- Los resultados no son confiables, debido a que las series presentan un comportamiento similar en el tiempo.
- Los valores de los coeficientes no pueden ser utilizados para realizar pronóstico y/o análisis económico.

Así mismo Guisán (2002), señala que las regresiones espurias entre dos variables presentan las siguientes características:

- a. No mantienen entre sí una relación causal.
- b. La estimación de un modelo econométrico temporal, que relaciona a una de ellas con la otra, proporciona elevada bondad del ajuste y un valor del estadístico Durbin-Watson (dw) llamativamente bajo, muy inferior al valor 2 que correspondería a la ausencia de autocorrelación e inferior al límite inferior del test de Durbin-Watson (dw).

2.16. Series de tiempo

El análisis de series de tiempo viene a ser un método cuantitativo que se emplea para determinar patrones de comportamiento en datos recolectados a través del tiempo. Este tipo de procedimiento se lo utiliza para detectar patrones de cambio o permanencia en la información estadística en intervalos o periodos regulares, empleado para proyectar patrones de estimación para el futuro, es decir las series de tiempo ayudan a manejar la incertidumbre asociada con los acontecimientos futuros (Recursosbiblio s.f.).

Según Villavicencio (s.f.), una serie tiempo viene a constituir una secuencia de observaciones, los cuales son medidos en determinados momentos del tiempo, estando ordenados cronológicamente y, espaciados entre sí de manera uniforme, así los datos usualmente son dependientes entre sí. El principal objetivo de una serie de tiempo viene a ser el de poder realizar un análisis para hacer pronóstico. Las series temporales se pueden clasificar en:

- a. **Estacionarias.-** Es estacionaria si su comportamiento es estable a lo largo del tiempo. Esto se ve reflejado en su gráfica, donde los valores de la serie tienden a oscilar alrededor de una media constante y la variabilidad con respecto a esa media también permanece constante en el tiempo.
- b. **No estacionarias.-** Son series en las que la tendencia y/o variabilidad cambian en el tiempo. Los cambios en la media determinan una tendencia a crecer o decrecer a largo plazo, por lo que la serie no oscila alrededor de un valor constante.

2.16.1. Tendencia

Para Villavicencio (s.f.), la tendencia se la puede definir como un cambio a largo plazo que se produce en la relación al nivel medio, o el cambio a largo plazo de la media. La tendencia se identifica con un movimiento suave de la serie a largo plazo.

Para UAEM [Universidad Autónoma del Estado de México] (s.f.-b), la tendencia viene a ser el movimiento general de valores de la serie de tiempo sobre una cantidad de periodos de años, caracterizada por un patrón gradual y consistente de las variaciones de la propia serie, las cuales pueden estar afectadas por factores persistentes que afectan el crecimiento o la

reducción de la misma, tales como: cambios en la población, cambios en los ingresos, en la salud, en el nivel de educación y tecnología. El análisis de la tendencia viene a ser el estudio del comportamiento de una serie de tiempo que se ajusta a una línea recta, curva u otra forma, la cual es llamada por esta razón línea de tendencia, es decir, se realiza la aproximación de la serie de tiempo a una ecuación, que recibe el nombre de ecuación de tendencia.

CAPÍTULO 3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Índice de precios y la producción agrícola

Según la FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación] (2004), el índice de precios más comúnmente usado es el índice de precios al consumidor, que muestran los cambios en el poder de compra de los productos. Los cambios de precios puede resultar un incentivo al productor en términos de su poder de compra. Se debe calcular el índice de precios agrícolas para que los que toman decisiones estén informados acerca de las tendencias fundamentales del sector, por lo que este índice debería calcularse anualmente, debido a que constituye una expresión numérica de las tendencias del poder de compra de la producción agrícola, lo que nos proporciona una base para vigilar el desempeño del sector a lo largo del tiempo, en materia de precios.

3.2. Determinantes de los precios agrícolas

Las tendencias de los precios en el largo plazo están influidas por el crecimiento de la producción en relación con el crecimiento de la demanda efectiva, es decir un crecimiento de los ingresos generaría una demanda por mayor producción de alimentos, y un aumento más rápido de la producción de alimentos tendería a deprimir los precios agrícolas, y un crecimiento más lento tendería a elevarlos (FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación] 2004).

3.3. Precio y producción

3.3.1. Relación de precio y producción

Para CCE [Consejo Coordinador Empresarial] (2014), la forma en que muchos gobiernos, han promovido el desarrollo rural se basan en programas que estimulan la producción de alimentos, tomando en cuenta la estabilización de precios de productos agrícolas o los mejores precios que se tienen para los mismos, lo que favorecerá el incrementar la producción.

Los precios coordinan las decisiones de los productores y los consumidores en el mercado, los precios bajos estimulan el consumo y desaniman la producción, mientras que precios altos tienden a reducir el consumo y estimular la producción (assets.mheducation s.f.).

Según Zubieta y Martínez (2003), una de las actividades macroeconómicas como es la producción, se las cuantifica a precios a los que se realizó las transacciones, denominándose como precios o valores monetarios corrientes o precios del mercado, donde las cantidades expresadas en precios varían, esto debido a factores:

- Primero que la producción puede aumentar o disminuir (variaciones físicas) lo que se conoce como variaciones reales, y
- Segundo por los cambios de precios.

Para Pérez (2010), muchos investigadores solo manejan las cifras de producción sin tener en cuenta el efecto de los precios o, la relación que estos tienen, es decir, siguiendo la metodología se calcula el valor de producción de cada año multiplicando las unidades físicas producidas por los precios vigentes en cada año. Sin embargo, si se quiere conocer el crecimiento real de la producción se debe descontar el crecimiento que se debe al crecimiento de los precios. Si la cantidad producida no varía pero los precios sí, el valor de la producción nominal o corriente se incrementaría tanto como lo hiciesen los precios, mientras que la producción real o constante no habría variado. Siendo que lo que nos interesa, como economistas, es el crecimiento real, que es la base para mejorar la capacidad productiva.

3.3.2. Cambio de precios y producción agropecuaria

Se supone que los cambios en los precios responden a cambios en la estructura de la economía; de ahí que cuando se producen los cambios estructurales, lo que para esta teoría consisten en la superación de rigideces, restricciones o en la capacidad de producción de ciertos sectores, es decir los cambios de precios estarían ligadas al crecimiento experimentado por la población, lo que deriva en presiones sobre la producción agropecuaria, proveedora de los denominados bienes salario, es decir, bienes con alta incidencia en la canasta de consumo de la clase obrera urbana (Díaz 2016).

3.3.3. Poder del mercado

Para Alfaro y Olivera (2009), el mercado está verticalmente relacionado con el sector primario, el cual está constituido por productores que producen y ofrecen una cantidad Q_A en

relación con un precio de venta del mercado al consumidor P_A . Dado que los costos de cada nivel de producción dependen del precio de venta del producto en el mercado al consumidor, esto llega a estar expresado en términos de la inversa de la función de oferta:

$$P_A = f(Q_A)$$

Así mismo denominan como poder del mercado, a la transmisión vertical de precios (productor, mayorista y consumidor).

3.3.4. Transmisión del precio

La transmisión del precio se refiere a que en toda actividad económica de compra de un producto existe un vínculo o relación entre el precio de venta final del producto y que parte de ese precio le llega al productor (Dutoit *et al.* 2010).

3.4. Relación entre cantidad y precio

Según Escribano (s.f.), señala que comúnmente se suele relacionar el precio de un producto con la demanda (cantidad) y la teoría económica nos indica que en general la relación que mantienen estas dos variables es inversa, es decir que una subida de precios se traduce en una disminución de la demanda y viceversa. Si la empresa fuese capaz de obtener una relación de cantidades y los distintos precios a los que se han realizado las ventas (a través de datos históricos) se podría obtener, utilizando técnicas estadísticas, una función matemática que relacionase ambas variables. La expresión matemática, de forma general, sería la siguiente:

$$Q = f(p)$$

Dónde:

Q = Cantidad en unidades físicas (demanda)

p = El precio unitario de venta.

$f(p)$ = Función matemática que relaciona el precio unitario del producto con las cantidades del mismo.

Así mismo señala que esta relación que parece tan obvia se va a incumplir con más frecuencia de la que en un principio pudiese parecer, principalmente porque a la hora de tomar decisiones de compra, los consumidores tienen en cuenta otras variables que hacen que no se sea tan racional como predica la teoría económica.

Para Pérez (s.f.), cuando se caracteriza un mercado, al desarrollar un modelo econométrico se puede considerar como variables endógenas a: la cantidad, la superficie cosechada, el precio y otras variables, de las cuales se debe estimar sus parámetros.

3.5. Relación entre superficie, producción, IPC y rendimiento

Según el AIPE [Asociación de Instituciones de Promoción y Educación] (2011), los productores rurales, desarrollan estrategias de vida como son: extensificación, intensificación y acciones de diversificación, tanto agropecuaria como no agropecuaria; por lo que el sector productivo agropecuario perteneciente a la economía indígena originaria campesina es muy vulnerable a las importaciones de los países vecinos y de los países desarrollados, a la volatilidad de los precios internacionales, a los cambios en los precios relativos de los países vecinos, es decir a nivel macroeconómico, llega a existir una correlación entre las siguientes variables: superficie cultivada, producción agrícola, Índice de Precios al Consumidor y rendimiento agrícola.

3.6. Indicadores económicos de la agricultura en su conjunto

Para el CEIGRAM [Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales] (2011), como indicadores económicos se pueden considerar macro magnitudes agrarias como son la producción final agraria, como la evolución de los índices de precios percibidos por los agricultores y los índices de precios al consumo de productos frescos como: frutas frescas, hortalizas y tubérculos.

3.7. Políticas de apoyo económico a la producción y precio

3.7.1. Instituciones gubernamentales

Dependiente del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural (MDPyEP) se creó EMAPA (Empresa de apoyo a la producción de alimentos), la cual fue creada para desarrollar la producción agropecuaria en el país, apoyando a pequeños productores de la agricultura a través de la provisión de insumos sin interés y comprando su producción a precio justo, evitando la especulación de precios de los alimentos. Redistribuyendo mejor el valor de la producción agrícola para que los consumidores puedan acceder a alimentos a precios bajos. De esta forma se estimula la producción de alimentos por pequeños y medianos productores, formado stocks asegurando los suministros y evitando la alza de precios, aplicando precios piso y precios techo, realizando la venta de alimentos en forma directa a los consumidores (Eyzaguirre 2015).

Así también el Estado Plurinacional de Bolivia (2013), señala que la comercialización de las unidades productivas campesinas e indígenas está basada en el diálogo, la transparencia y el respeto, con lo cual busca una mayor equidad en el comercio y de esta manera conseguir cambios en las reglas y prácticas de la comercialización convencional, contribuyendo de esta manera a un Vivir Bien, lo que a la larga ofrecerá mejores condiciones comerciales y asegurando de esta forma que se cuiden los derechos de las y los productores, con una información permanente a los consumidores.

Según el Estado Plurinacional de Bolivia (2011), se dieron muchas disposiciones que apoyan a los productores agropecuarios, de manera que los productos lleguen directamente a los consumidores a precios accesibles, a través de empresas estatales las cuales llegan a comprar en mucho de los casos la totalidad de la producción local a precio justo para las y los productores y ser vendidos a los consumidores a precios justos. Es así que la comercialización se la realiza de manera comunitaria, promocionando los productos en ferias, municipales y departamentales, realizando la compra adelantada de productos estratégicos con precios preferenciales y venta de insumos para la producción agropecuaria y forestal.

El mismo autor también señala la creación de Observatorio Agroambiental y Productivo, la cual como una de las premisas principales que tienen es la “Monitorear la disponibilidad y precios de los productos básicos de la canasta familiar en mercados nacionales e internacionales”, la cual es puesta a disposición de todos los actores del sector agropecuario para fines productivos y de comercialización.

3.7.2. Control de precios

Para Vera (2011), en la búsqueda de un equilibrio para Bolivia, se implementó la política de control de precios, la cual fue concebida cuando los precios de los alimentos experimentaban fuertes incrementos, muchas veces producto de los decrementos que se producen en la productividad y por tanto caída en los rendimientos.

Así también Vera (2012), señala que ante las caídas de la productividad del sector agropecuario, el empleo rural y la producción se ven mermadas cuando existen controles de precios. Asimismo, las mejoras que se presenten en la productividad en el sector rural no agropecuario representan menores ganancias con precios

3.8. Gasto de los hogares en alimentación

Según Ormachea (2009), las familias bolivianas concentran sus gastos en el consumo de alimentos, siendo cuatro los rubros sobre los cuales se concentran: un 20,4% en pan y cereales, un porcentaje casi similar (20,2%) en carne y un 12,3% en legumbres; de ese total un 25,0% del gasto total en alimentos es destinado al consumo de los mismos fuera del hogar.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Estimación de la incidencia en la producción de papa

4.1.1. Tendencia de la producción anual de papa (2008-2013)

La máxima producción de papa se dio en la gestión 2013 (338174 toneladas), y la mínima se presentó en la gestión 2010 (298654 toneladas), el promedio de producción de papa para los años 2008 – 2013 fue de 316913 toneladas, con un promedio de dispersión de los valores de 16812.6 toneladas. Así mismo se aprecia que los valores de sesgo estandarizado y curtosis estandarizado se encuentran dentro del rango esperado (-2 a +2) para datos provenientes una distribución normal.

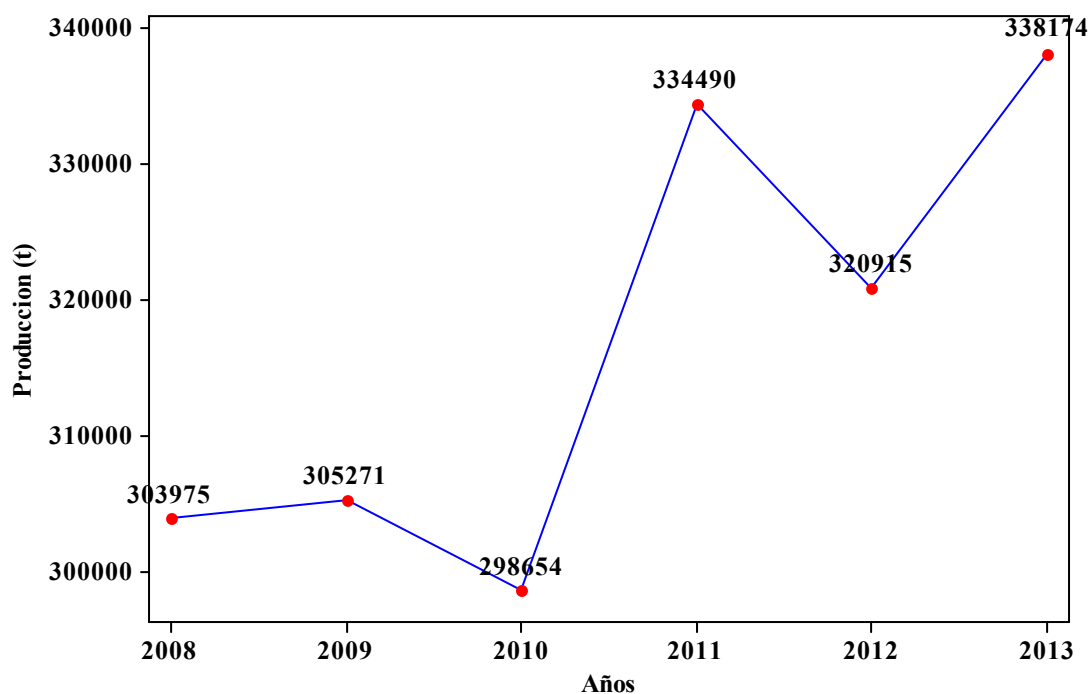


Figura 5. Producción de papa (2008-2013)

Para el análisis de la tendencia de la producción anual de papa, el modelo seleccionado es el modelo de regresión exponencial, dado que como señala Rubalcava (2011), se selecciona al modelo que contenga los valores más bajos de AIC (-1.265734), BIC (-1.335148) y HCQ (-

1.543602), aun cuando estos valores sean negativos, siendo que el modelo preferido es el que tiene un valor más negativo.

Cuadro 10. Criterios de selección del modelo de regresión de papa

| Regresión | R ² adj | S.E. reg | AIC | BIC | HQC |
|-------------|--------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Lineal | 0.847240 | 4618.845 | 19.97488 | 19.90547 | 19.69701 |
| Logarítmico | 0.847464 | 4615.445 | 19.97341 | 19.90399 | 19.69554 |
| Inverso | 0.847689 | 4612.046 | 19.97193 | 19.90252 | 19.69406 |
| Potencial | 0.804531 | 0.112690 | -1.267155 | -1.336568 | -1.545023 |
| Exponencial | 0.804253 | 0.112770 | -1.265734 | -1.335148 | -1.543602 |

R2 adj: R2 ajustado; S.E. reg: Error estándar de la estimación; AIC: Criterio de Información de Akaike; BIC: Criterio Información Bayesiano de Schwarz; HQC: Criterio de Hannan-Quinn.

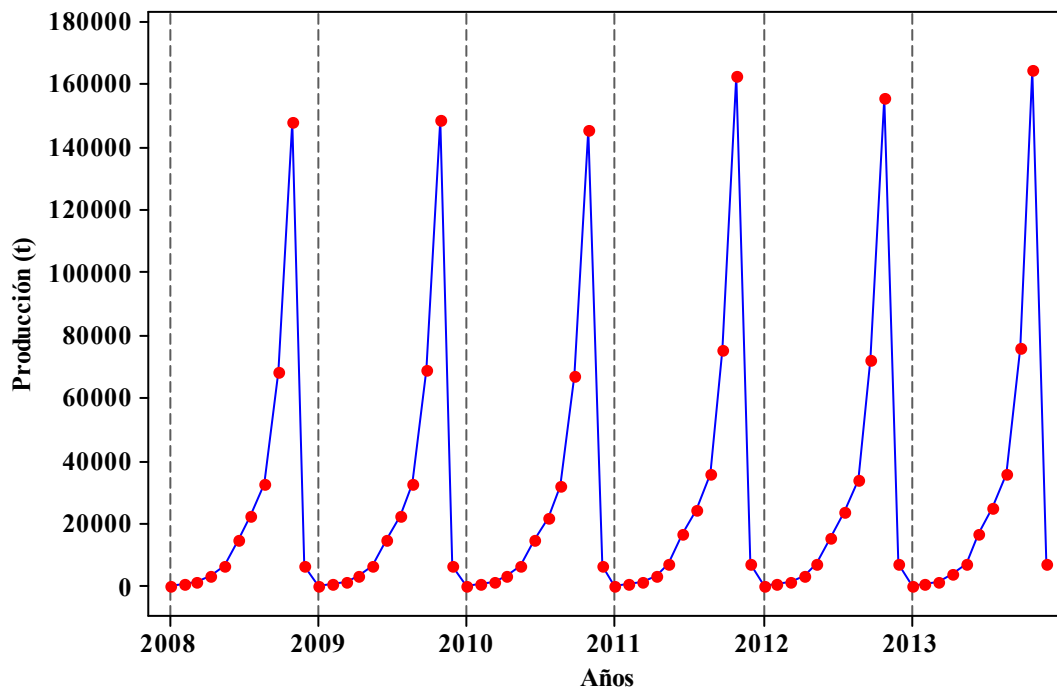


Figura 6. Producción de papa en el departamento de La Paz, en los diferentes años agrícolas

Con relación a los valores mensuales, podemos indicar que el promedio de producción mensual fue de 28810.3 toneladas, y un promedio de las diferencias de 44883.9 toneladas, teniendo un coeficiente de variación muy elevado (155.791%). Así también se puede indicar que la producción mensual en los diferentes años presenta un sesgo estandarizado (6.85679) y

curtosis estandarizado (5.48229) fuera de los valores esperado (-2 a +2), lo que nos indica que la producción de papa no presenta una distribución normal, es decir nos presenta el carácter estacional que presenta la producción de papa en los diferentes meses como se aprecia en la Figura 4.

4.1.2. Variación de los IPC, Índices de precios al por mayor y venta de papa

Se observa en la Figura 5, en la totalidad de los casos los IPC (general; alimentos y bebidas; alimentos consumidos en el hogar; leguminosas, hortalizas y tubérculos, tuvieron una tendencia ascendente en las diferentes gestiones en estudio, pero esta tendencia como se aprecia es estacional en las gestiones en estudio.

Con relación a los índices de precios, se aprecia que los mayores cambios de manera general lo tuvo el Índice Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos (IPCleg), se ubicó por encima de los demás índices, teniendo los valores más altos con relación a los otros índices; en tanto que el Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar (IPCalco) y el Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas (IPCal) tuvieron un comportamiento casi idéntico en las diferentes gestiones, siendo que el IPCal, tuvo variaciones ligeramente menores que el IPCalco.

Analizando el comportamiento del IPC general (IPC), este tuvo un comportamiento intermedio con relación a los demás índices calculados; así también se aprecia que el Índice de precios al por mayor real (IPMr) y el Índice de precios promedio real de papa (IPVr), tuvieron variaciones irregulares con relación a los demás índices, siendo el comportamiento de ambos similar en las diferentes gestiones, siendo que el índice de precios de venta al consumidor (IPVr), se mantuvo con valores de sus variaciones por debajo del índice de precios al por mayor en la mayoría de las gestiones.

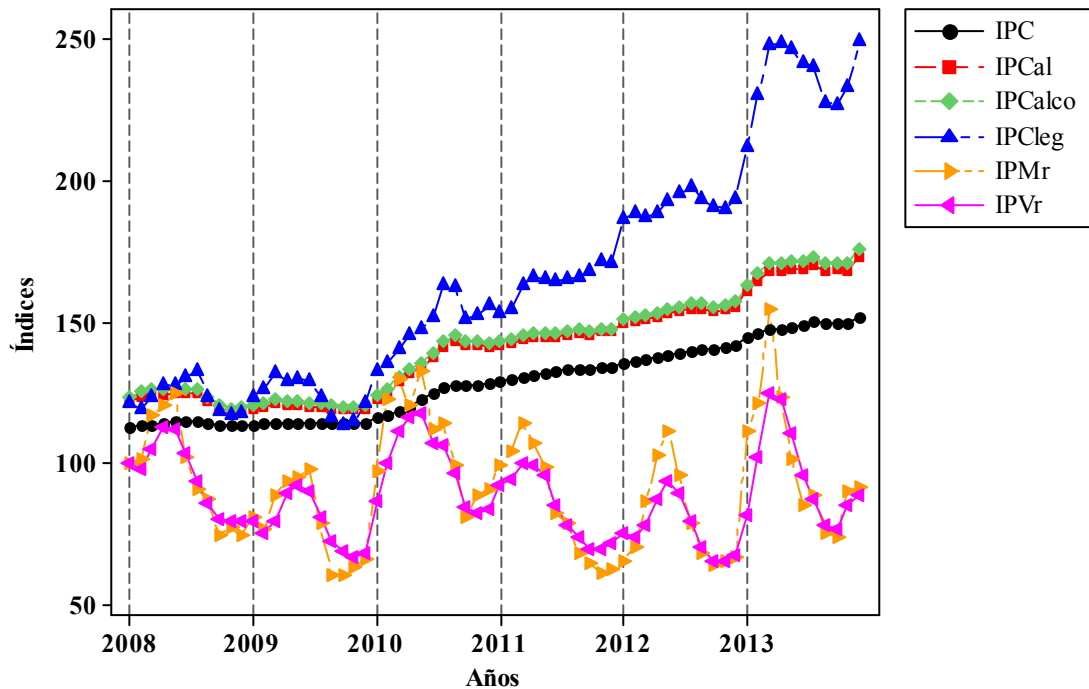


Figura 7. Tendencia de los diferentes IPC e Índices simples de precios de la papa (2008-2013)

Por otra parte las variaciones (coeficientes de variación) de los índices estudiados, se aprecia que la variación más alta lo presento el IPCleg (24.79%), en tanto que la variación más baja lo presento el IPC (10.11%).

4.1.3. Variables del modelo econométrico de la papa

Para la realización del modelo econométrico del cultivo de papa, definimos las variables que componen el modelo econométrico, en función del tipo de variables:

- Variable dependiente:

Pro = Producción de papa (Toneladas)

- Variables independientes:

IPC = Índice de Precios al Consumidor (general)

$IPCal$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas

$IPCalco$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar

$IPCleg$ = Índice de Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos

PMr = Precio mayorista real (Bs./@)

PVr = Precio promedio real (Bs./@)

4.1.4. Correlación de variables de la papa

El análisis de correlación de las variables planteado para la producción de papa, se aprecia que se tienen relaciones positivas que van desde considerables a positivas débiles, siendo las más altas relaciones entre la producción y el IPC ($r = 0.831458$), $IPCal$ ($r = 0.810171$), $IPCalco$ ($r = 0.806562$); en tanto que con los precios mayorista y promedio presenta los valores más bajos o relaciones débiles PMr ($r = 0.209797$) y el PVr ($r = 0.270235$).

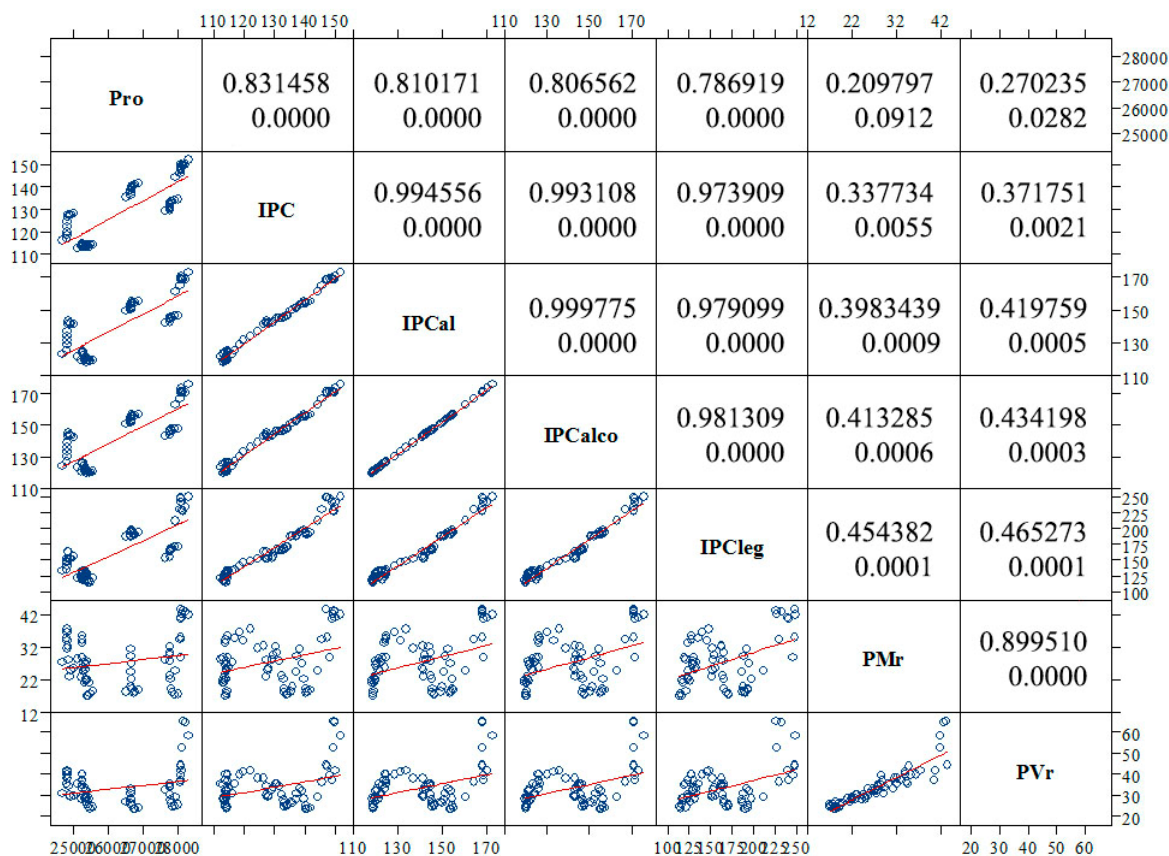


Figura 8. Matriz de correlación de las variables en estudio de la papa

4.1.5. Estimación del modelo general para la papa

En la estimación del modelo general para la producción de papa, se puede apreciar que este tiene incidencias positivas con todas las variables exógenas, como se aprecia en el modelo lineal formulado.

$$Pro = 1159.59 + 231.8663IPC + 372.008IPCal + 479.4157IPCalco + 0.352119IPCleg + 3.858118PMr + 20.46038PVr$$

Según las estimaciones logradas en el modelo econométrico formulado, la producción de papa responde positivamente ante un incremento del IPC, IPCal (IPC de alimentos y bebidas), IPCalco (IPC de alimentos consumidos en el hogar), IPCleg (IPC de legumbres, hortalizas y tubérculos), PMr (Precio mayorista) y PVr (Precio promedio), es decir por cada unidad de cambio del IPC se tendrá un incremento en la producción de papa de 221.8653 toneladas; como también si se incrementa el IPC de los alimentos y bebidas (IPCal) en una unidad, la producción de papa se incrementaría en unas 372.0084 toneladas; si se incrementara el IPC de alimentos consumidos en el hogar (IPCalco) en una unidad la producción de papa se incrementaría en 479.4157 toneladas; y si el IPC de legumbres, hortalizas y tubérculos (IPCleg) se incrementaría en una unidad, la producción de papa se incrementaría en 0.352119 toneladas; si el precio mayorista se incrementara en una unidad, la producción de papa se incrementaría en unas 3.858118 toneladas; y finalmente si el precio promedio real (PVr) se incrementara en una unidad la producción se incrementaría en una 20.46038 toneladas.

4.1.6. Selección del modelo econométrico para la papa

Considerando el método de selección de modelos de paso a paso (Stepwise), se formularon dos modelos, donde el segundo modelo presento el error de estimación más bajo (695.14601), así como los valores más bajos en Criterio de información de Akaike (866.754), los criterios selección de Ameyiya (.309) y CP de Mallows (1.338), Criterio bayesiano de Schwarz (873.323) y, el valor más alto de R^2 ajustado (.709); por lo cual fue seleccionado, habiéndose insertado para este modelo las variables IPC (Índice de Precios al Consumidor) e IPCalco (IPC de alimentos consumidos en el hogar); en este modelo se excluyeron las variables IPCal (Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas o alcohólicas), IPCleg (Índice de

Precios de legumbres, hortalizas y tubérculos), PMr (Precio mayorista real) y PVr (Precio promedio real).

Cuadro 11. Resumen de la selección de modelo de la papa

| Modelo | R | R ² | R ² ajustado | EE de la estimación | Criterios de selección | | | |
|--------|-------------------|----------------|----------------------------|------------------------|------------------------|---------|-------|---------|
| | | | | | AIC | Amemiya | CP | BIC |
| 1 | .831 ^a | .691 | .687 | 721.65853 | 870.734 | .328 | 5.155 | 875.113 |
| 2 | .847 ^b | .718 | .709 | 695.14601 | 866.754 | .309 | 1.338 | 873.323 |

a. Predictores: (Constante), IPC

b. Predictores: (Constante), IPC, IPCalco

AIC: Criterio de información de Akaike

Amemiya: Criterio de predicción de Amemiya

CP: Criterio de predicción de Mallows

BIC: Criterio bayesiano de Schwarz

4.1.7. Estimación de parámetros del modelo econométrico de la producción del cultivo de papa

En el cuadro 12, se aprecia la estimación del modelo econométrico para la producción de papa y su relación con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) y con el IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar).

Cuadro 12. Estimación del modelo econométrico de la producción de papa, con el IPC y el IPCalco

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| IPC | 220.1256 | 56.67121 | 3.884258 | 0.0002 |
| IPCALCO | 101.3633 | 41.46806 | 2.444372 | 0.0173 |
| C | 12490.98 | 1584.727 | 7.882105 | 0.0000 |
| R-squared | 0.718062 | Mean dependent var | | 26352.01 |
| Adjusted R-squared | 0.709112 | S.D. dependent var | | 1288.882 |
| S.E. of regression | 695.1460 | Akaike info criterion | | 15.97051 |
| Sum squared resid | 30443362 | Schwarz criterion | | 16.07004 |
| Log likelihood | -524.0268 | Hannan-Quinn criter. | | 16.00984 |
| F-statistic | 80.22680 | Durbin-Watson stat | | 0.348719 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

En su forma original la estimación del modelo quedaría de la siguiente forma lineal:

$$Pro = 12490.98 + 220.1256IPC + 101.3633IPCalco$$

De acuerdo al modelo econométrico, el IPC (Índice de Precios al Consumidor) y el IPCalco tienen una incidencia positiva sobre la producción de papa; siendo la incidencia de ambas variables sobre la producción significativas (Prob. < 0.01).

Considerando el modelo formulado podemos indicar que, por cada unidad que se incremente el IPC (Índice de Precios al Consumidor) se tendrá un incremento de la producción en 220.1256 toneladas, manteniendo la otra variable constante; en tanto que si se incrementara el IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar) en una unidad la producción se incrementaría en 101.36331 toneladas, manteniendo la otra variable constante. De manera general se puede indicar que el incremento de los Índice de Precios al Consumidor y el Índice de Precios al Consumidor de los alimentos consumidos en el hogar promoverá una mayor producción.

Considerando los resultados el indicador de bondad de ajuste de los datos del modelo econométrico (coeficiente de determinación) R-squared de 0.718062 y Adjusted R-squared de 0.709112, se puede indicar que el modelo propuesto (considerando las dos variables conjuntas IPC y IPCalco) llegan a explicar el 70.9112% de la producción de papa en las gestiones 2008-2013.

Los valores individuales de los valores de probabilidad de la prueba de t, para las variables independientes se observa que en el caso del IPC y el IPCalco son inferiores a 0.05 respectivamente (Prob de IPC= 0.0002 y Prob de IPCalco = 0.0173), nos permite inferir que las variaciones que tengan estas variables afectaran de manera significativa sobre la producción de papa.

4.1.8. Valor probable de la incidencia de las variables sobre la producción de papa

Calculando el valor probable de la incidencia del IPC y el IPCalco sobre la producción de papa, llegan a promover una mayor producción del cultivo de papa, esto debido a que su valor es menor 0.05.

$$VP = \frac{0.0002 + 0.0173}{2} = 0.00875 < 0.05$$

4.1.9. Test formales de formulación del modelo econométrico de la papa

4.1.9.1. Análisis de autocorrelación del modelo de la papa

El test Durbin-Watson ($d = 0.348719$), cae en la zona de que no hay evidencia de autocorrelación positiva ($dL = 1.5395$; $dU = 1.6640$).

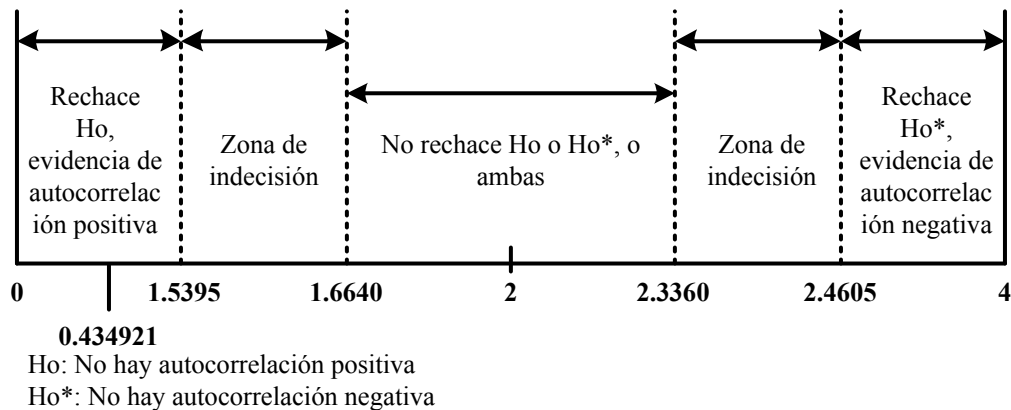
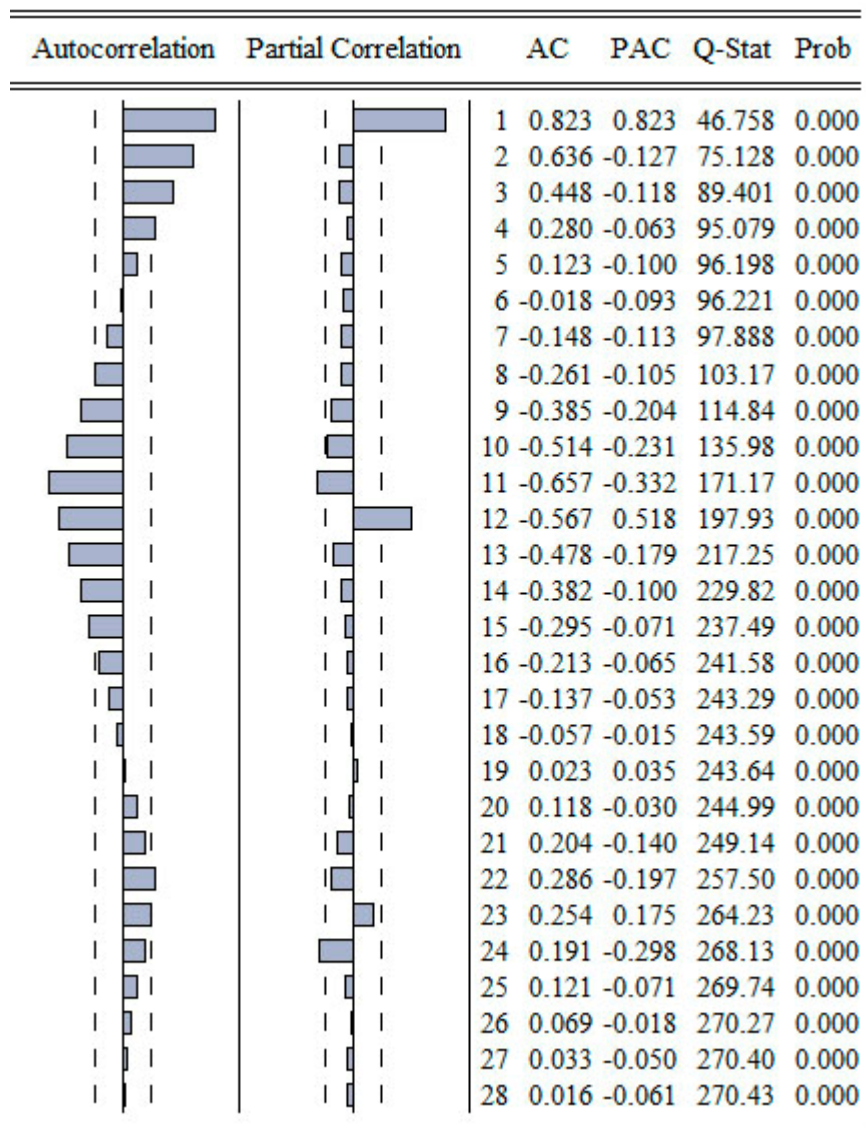


Figura 9. Estadísticos de Durbin-Watson y valor calculado para el modelo de la papa

Apreciando el correlograma de los residuales, algunos de los rezados, sobrepasan las bandas de confianza tanto en el análisis autocorrelación y la correlación parcial.

Esto puede deberse a que los valores pueden estar relacionados en momentos diferentes tiempos, generando una sucesión de valores positivos o negativos, o en su defecto por la presencia de una alternancia de signos entre los diferentes valores.

Cuadro 13. Correlograma de la producción de papa con el IPC y el IPCalco

4.1.9.2. Análisis de multicolinealidad del modelo del papa

No se tienen problemas de multicolinealidad, en la matriz de correlación del cultivo de papa se aprecia que los valores de correlación son menores a la unidad, por lo que no afectara a la estimación del modelo.

Así también se aprecia en la Figura 10, que la relación de la producción con el IPC (Índice de Precios al Consumidor) tiene una relación positiva considerable a positiva muy fuerte ($r =$

0.831), siendo esta correlación altamente significativa. Por lo que se puede afirmar que el IPC influye de manera significativa sobre la producción de papa.

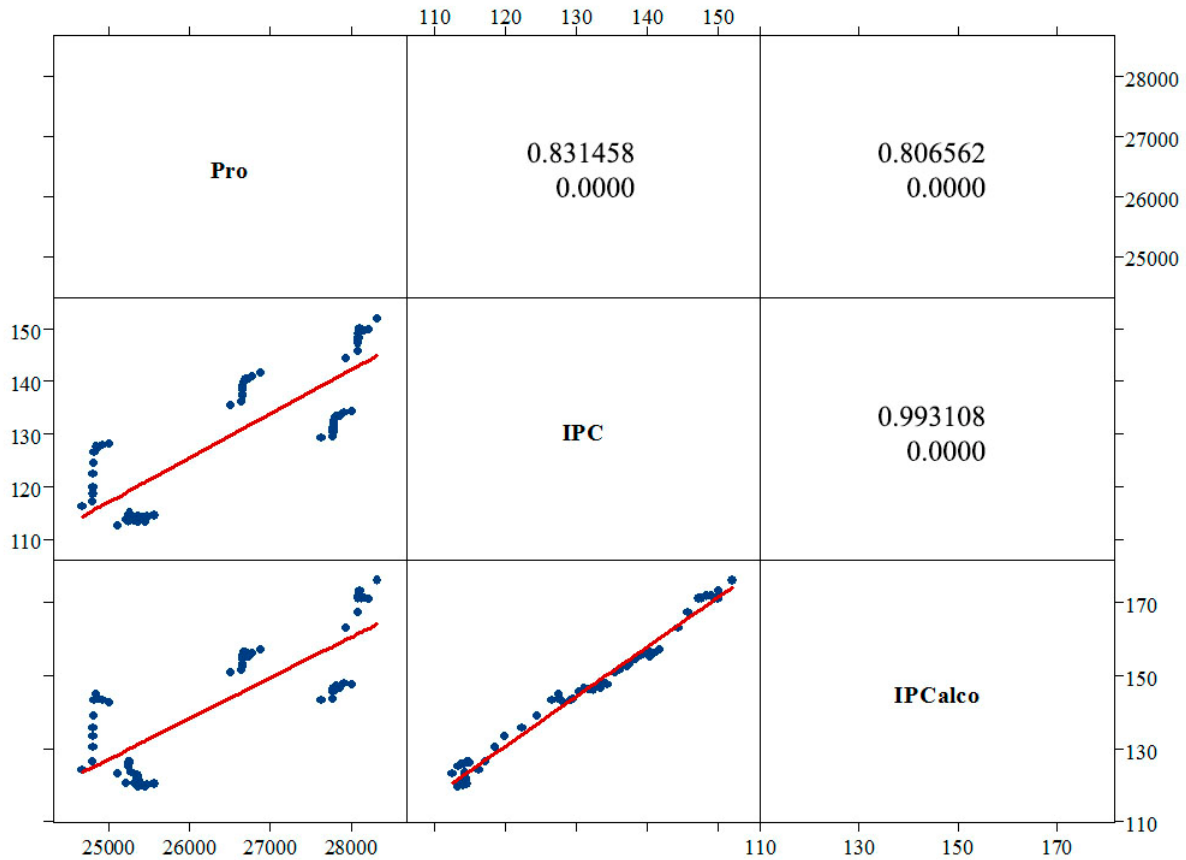


Figura 10. Matriz de correlación de las variables del modelo seleccionado de la papa

4.1.9.3. Especificidad del modelo econométrico de la papa

La prueba de Ramsey de especificidad del modelo econométrico de producción de papa (Cuadro 14) considerando al IPC (Índice de Precios al Consumidor) y el IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar), nos da un valor de probabilidad mayor a 0.05 ($p = 0.8161$), por lo que podemos concluir que las variables incluidas en el modelo econométrico para la producción de papa están bien especificadas.

Cuadro 14. Prueba de Ramsey del modelo de papa

| | Value | df | Probability |
|------------------|----------|---------|-------------|
| t-statistic | 0.233577 | 62 | 0.8161 |
| F-statistic | 0.054558 | (1, 62) | 0.8161 |
| Likelihood ratio | 0.058053 | 1 | 0.8096 |

4.1.9.4. Prueba de normalidad de residuos del modelo de la papa

La prueba de normalidad de residuos de Jarque-Bera fue es mayor a 0.05 ($p = 0.443554$), por lo que podemos señalar que los residuos del modelo propuesto tienen una distribución normal, es decir los cambios registrados en las variables del modelo econométrico se distribuyen normalmente.

4.1.9.5. Residuos del modelo de papa

Los residuos del modelo de la papa se aprecian en la siguiente Figura 11.

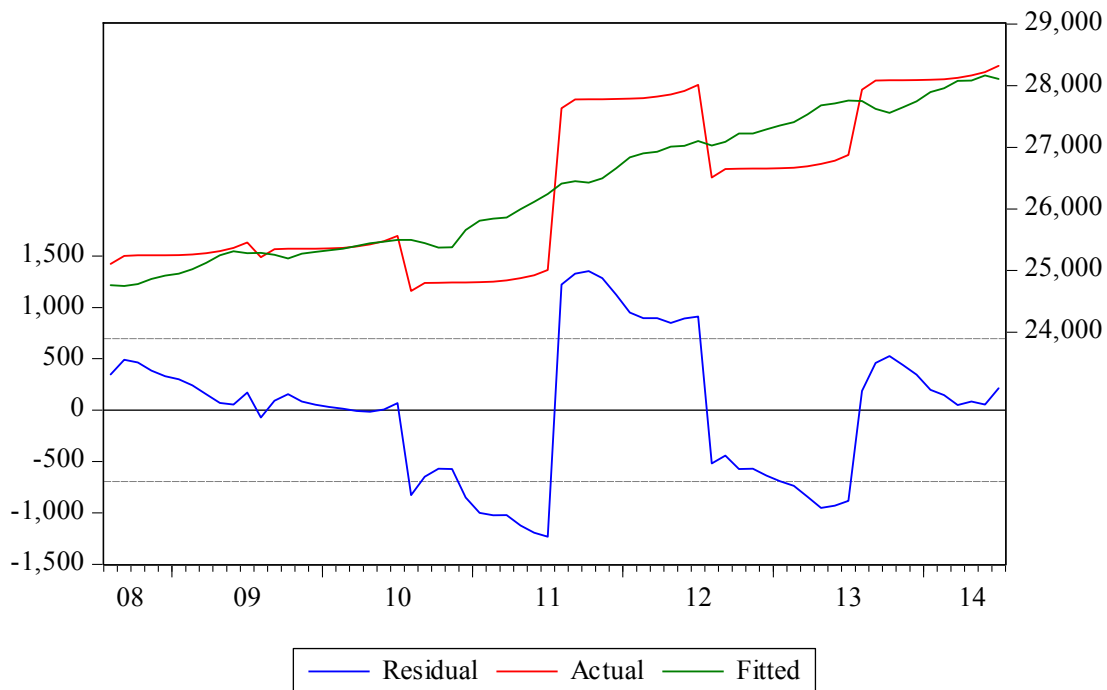


Figura 11. Gráfico de residuales del modelo de la papa (2008-2013)

Se aprecia que la serie real (Actual) y la estimada (Fitted) tienen una tendencia aproximadamente similar, lo que nos indica que el modelo econométrico planteado se ajusta

bien, así mismo en la serie de residuos estos están alrededor del cero, es decir están de forma aleatoria, sin tener un patrón fijo o tendencia, siendo estos residuos pequeños en relación al valor de la variable observada, lo que de nuevo nos informa de la bondad de ajuste del modelo fue correcto.

4.1.9.6. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo de la papa

En la Figura 12, se aprecia la prueba de Cusum del modelo formulado, se puede observar que las sumas acumuladas de cuadrados de residuos recursivos, no salen en su mayor parte de la banda de confianza con un nivel del 5%, por lo que podemos señalar que el modelo propuesto es estable.

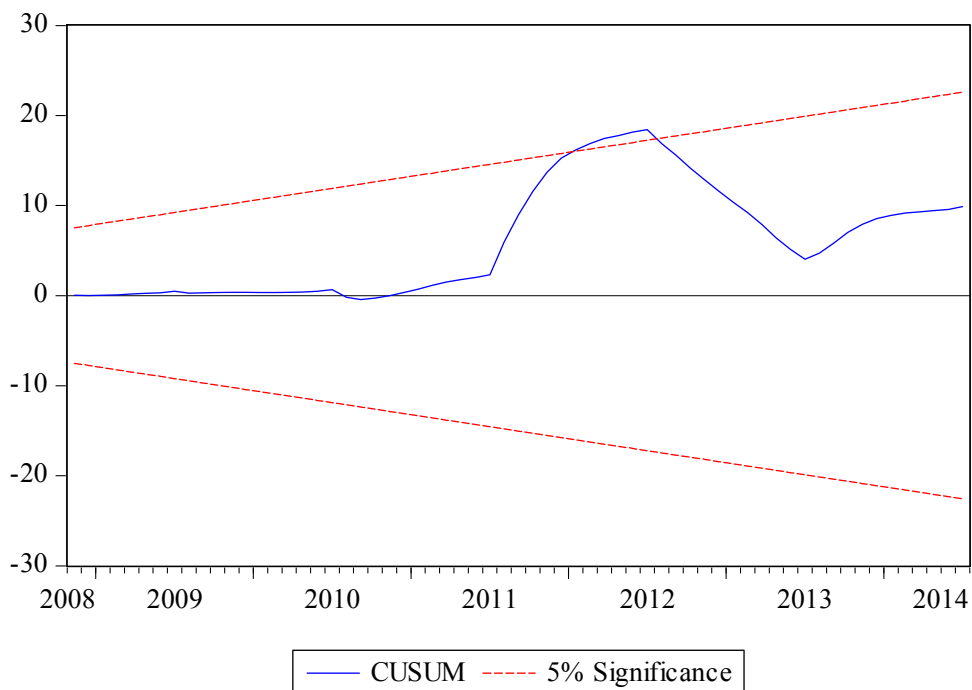


Figura 12. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo de la papa

4.1.9.7. Prueba de regresión espuria para el modelo del cultivo de papa

Como se aprecia en el modelo econométrico propuesto, este no puede ser considerado como una regresión espuria), debido a que el valor de Durbin-Watson ($DW = 0.348719$), no está cercano a cero, tal como señalan Barrera (2011) y Sanz (s.f.), que indican que se considerara una regresión espuria, el valor de Durbin-Watson tiene que ser cercano a cero. Así también

como señalan Noriega y Ventosa-Santaul ria (2006), una regresi3n sin sentido o espuria no es probable en muestras pequeñas ($25 \leq n \leq 250$).

Así también se aprecia en la figura de componentes principales (Figura 13), las variables que se relacionan en el modelo formulado, est n distantes de la variable dependiente producci3n, casi de manera perpendicular, por lo que no se puede llegar a indicar que es una regresi3n espuria, como señala Barrera (2011), para que no se tenga una regresi3n espuria las variables que se relacionan deben estar ubicadas de manera perpendicular, en el mejor de los casos formando un Angulo de 90° , y si las variables llegan a estar juntas o una muy pr3xima teniendo un ángulo muy estrecho nos indicari  que estas dos variables se parecen bastante.

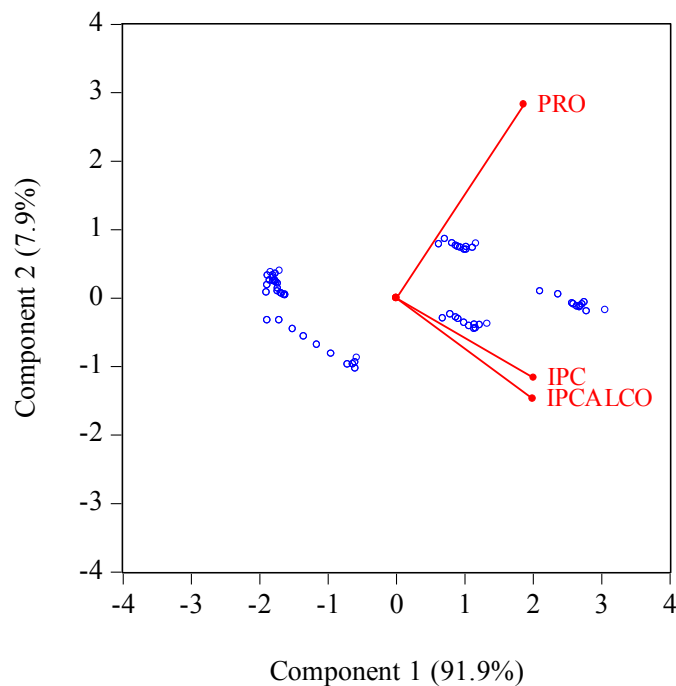


Figura 13. Componentes principales de las variables del modelo de la papa

Al ser la papa un insumo necesario por su alta ponderaci3n dentro de la canasta básica, se pueden deducir que la producci3n llega a ser afectada por el IPC ( ndice de Precios al Consumidor) y el IPCalco ( ndice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar), al respecto Diulio (1994), señala que el IPC está diseñado para medir los cambios de los precios y en los gastos de los consumidores, por lo tanto en la cantidad demanda, lo que afectari  a la producci3n de determinado alimento.

Así mismo la variación presentada se debe a las restricciones naturales y tecnológicas que se tienen en la actualidad para la producción de papa, siendo esta una limitante a la hora de ofertar el producto en el mercado, como también el actual sistema de producción es susceptible y está sujeto a factores adversos como los meteorológicos (heladas, granizadas) que afectan la producción y al haber menor cantidad de producto en el mercado este llega a provocar un incremento en el precio del producto.

Así también se puede señalar que la producción agrícola se ve frecuentemente sometidas a diversos factores, entre los cuales el ascenso en el precio en una industria motivaría a producir más, pero este fenómeno no se tiene en la producción agrícola debido a que este incremento en el precio puede que no se mantenga permanentemente, lo que repercutiría en un riesgo para el productor si decide incrementar su producción, al respecto Bishop y Toussaint (1991), señalan que una expansión de la producción agrícola total requiere así mismo de un incremento total de insumos, por lo que si la demanda para algunos productos agrícolas aumentan, no se agregarían insumos que proporcionen un ingreso durante el transcurso de un periodo de años, si el agricultor piensa que el alza en el precio no va a ser permanente indefinidamente.

4.2. Estimación de la incidencia en la producción de banano

4.2.1. Tendencia de la producción de banano (2008-2013)

El promedio de la producción de banano para las gestiones 2008 – 2013 fue de 51404.5 toneladas, teniendo una máxima producción durante la gestión 2013 con 63715 toneladas y un valor mínimo de producción registrado en la gestión 2008 de 32868 toneladas. Con una variación de los datos de 22.9894% (presentando una variación media de los datos), con un media de variación de datos con relación al promedio de 11817.6 toneladas. Así también se aprecia que los valores de sesgo y curtosis estandarizado están dentro del rango esperado (-2 a +2) para datos provenientes una distribución normal.

La tendencia marcada en la producción de banano, viene a ser exponencial, llegando a obtener los valores más bajos AIC (-0.926607), BIC (-0.996929) y HQC (-1.204475), al respecto Montesinos (2011), señala que la en muchos casos la eficiencia del criterio BIC es superior al AIC. Así también como señala Medel (2012), que en la mayoría de los casos se encuentra que

BIC indica un mayor número de veces el modelo verdadero comparado con varios criterios, incluyendo AIC y otros de distinta naturaleza.

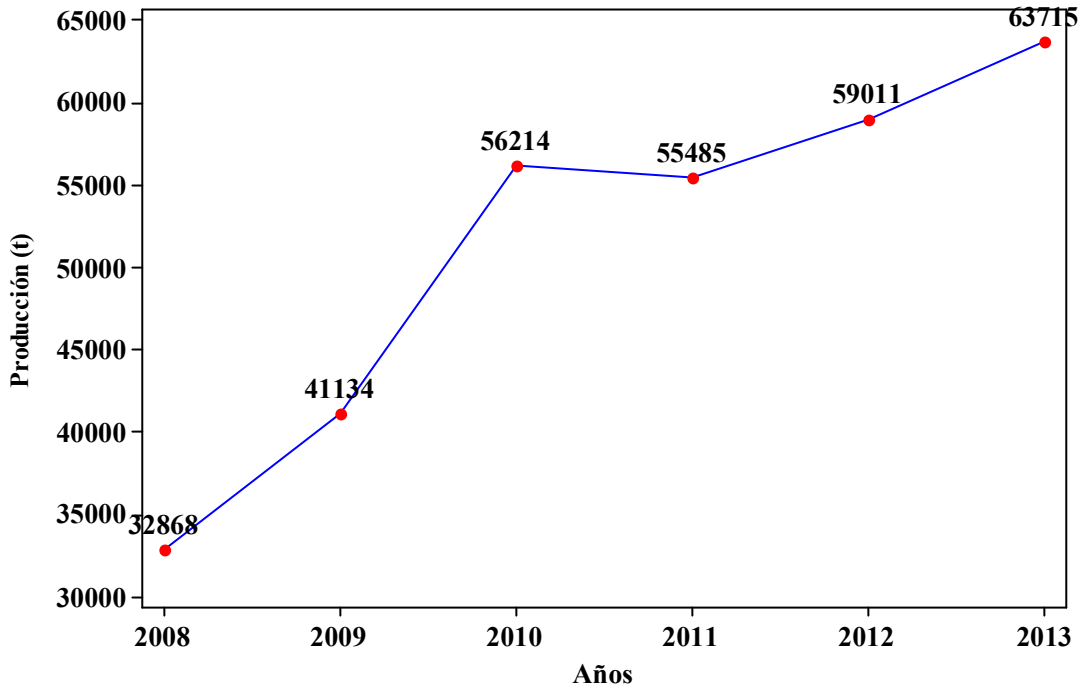


Figura 14. Producción de banano (2008-2013)

Cuadro 15. Criterios de selección del modelo de regresión de banano

| Regresión | R2 adj | S.E. reg | AIC | BIC | HQC |
|-------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Lineal | 0.898058 | 4616.401 | 19.97382 | 19.90441 | 19.69595 |
| Logarítmico | 0.898245 | 4612.151 | 19.97198 | 19.90256 | 19.69411 |
| Inverso | 0.898432 | 4607.905 | 19.97014 | 19.90072 | 19.69227 |
| Potencial | 0.865579 | 0.133479 | -0.928542 | -0.997955 | -1.206410 |
| Exponencial | 0.865319 | 0.133608 | -0.926607 | -0.996020 | -1.204475 |

R2 adj: R2 ajustado; S.E. reg: Error estándar de la estimación; AIC: Criterio de Información de Akaike; BIC: Criterio Información Bayesiano de Schwarz; HQC: Criterio de Hannan-Quinn.

Con relación a los valores mensuales, podemos indicar que el promedio de producción mensual de banano fue de 4283.71 toneladas, y un promedio de las diferencias de 2172.59 toneladas con relación al promedio, teniendo un coeficiente de variación de 50.7174%;

también se puede observar que los valores de producción mensual de banano, se encuentran dentro de los rangos esperados de Sesgo estandarizado y Curtosis estandarizada (-2 a +2), lo que nos indica que la producción de banano en las gestiones en estudio presentan una distribución normal, como se aprecia en la Figura 15.

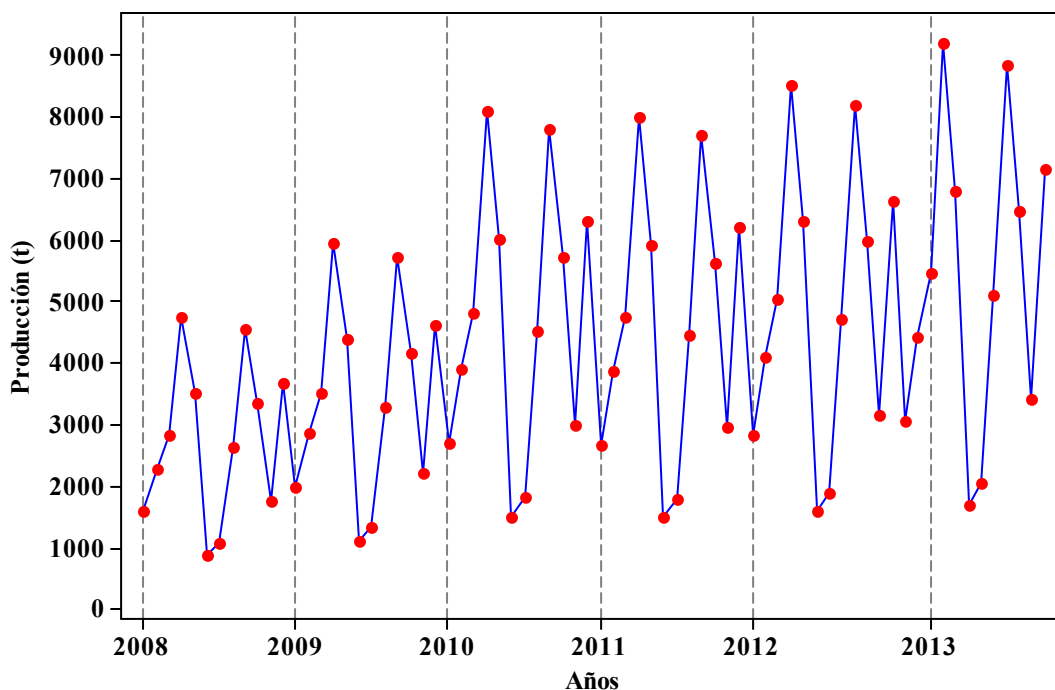


Figura 15. Producción de banano en el departamento de La Paz, en los diferentes años agrícolas

4.2.2. Variación de los IPC, Índices de precios al por mayor y venta de banano

Analizando los índices simples de banano, se aprecia que el Índice de Precios al Consumidor de frutas, presento una variación superior a los otros índices, siendo que en la mayoría de los casos estos presentaron tendencia ascendentes en las diferentes gestiones evaluadas.

Así también se aprecia que con relación a los índices de precios, el Índice de precios de las frutas (IPCfru) tuvo mayores variaciones con relación a los demás índices, seguido por el IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar) e IPCal (Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas), también se aprecia

que el IPC (Índice de Precios al Consumidor), reporto valores inferiores a los demás índices, ubicándose por debajo de la mayoría de los índices, siendo superior solo al Índice de rendimiento (Figura 16).

Los Índices de precios al por mayor e índice de precios promedios, presentaron comportamientos muy diferentes, es decir no marcaron una tendencia definida, lo que está definida en función a la estacionalidad de la producción de banano.

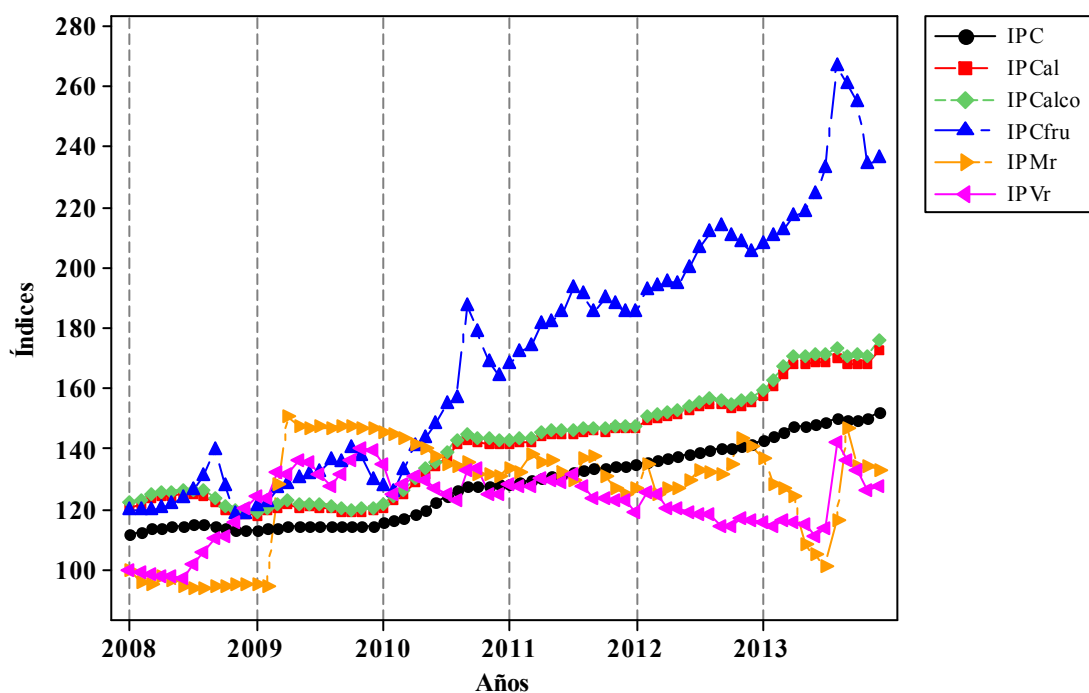


Figura 16. Tendencia de los diferentes IPC e Índices simples del banano (2008-2013)

Así también se puede apreciar que contrastando con lo presentado en la anterior figura, el IPCleg (Índice de Precios al Consumidor de frutas), presento la mayor variación (CV = 23.91%), seguido del IPMr (Índice de precios al por mayor real) que presento un CV de 14.24%; en tanto que el Índice de precios promedio real fue el que presento muy poca variación (CV = 8.94%); en tanto que el IPC presento una variación de 10.10%.

4.2.3. Variables del modelo econométrico del banano

Para la realización del modelo econométrico del cultivo de banano, definimos las variables que componen el modelo econométrico, en función del tipo de variables:

- Variable dependiente:

Pro = Producción de banano (Toneladas)

- Variables independientes:

IPC = Índice de Precios al Consumidor (general)

IPCal = Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas

IPCalco = Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar

IPCfru = Índice de Precios al Consumidor de frutas

PMr = Precio mayorista real (Bs./25 unidades)

PVr = Precio venta consumidor real (Bs./unidad)

4.2.4. Correlación de variables del banano

La matriz de correlación del banano (Figura 17), considerando la relación que se puede tener entre la producción de banano con las variables exógenas; se aprecia que se tienen correlaciones altamente significativas ($p < 0.01$), entre la producción y la totalidad de variables exógenas, teniendo valores de correlación que van desde 0.367678 a 0.886187, es decir desde positiva baja a positiva alta.

Las relaciones altas positivas fueron registradas por la Producción – IPC (Índice de Precios al Consumidor) ($r = 0.886187$), Producción – IPCal (Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas) ($r = 0.874450$), Producción – IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar) ($r = 0.870530$), Producción – IPCfru (Índice de Precios al Consumidor de frutas) ($r = 0.874490$); en tanto que la relación entre la Producción – PMr (Precios mayoristas real) ($r = 0.496560$) fue positiva moderada, y finalmente la relación entre la Producción – PVr (Precio Promedio real) ($r = 0.367678$) fue positiva baja.

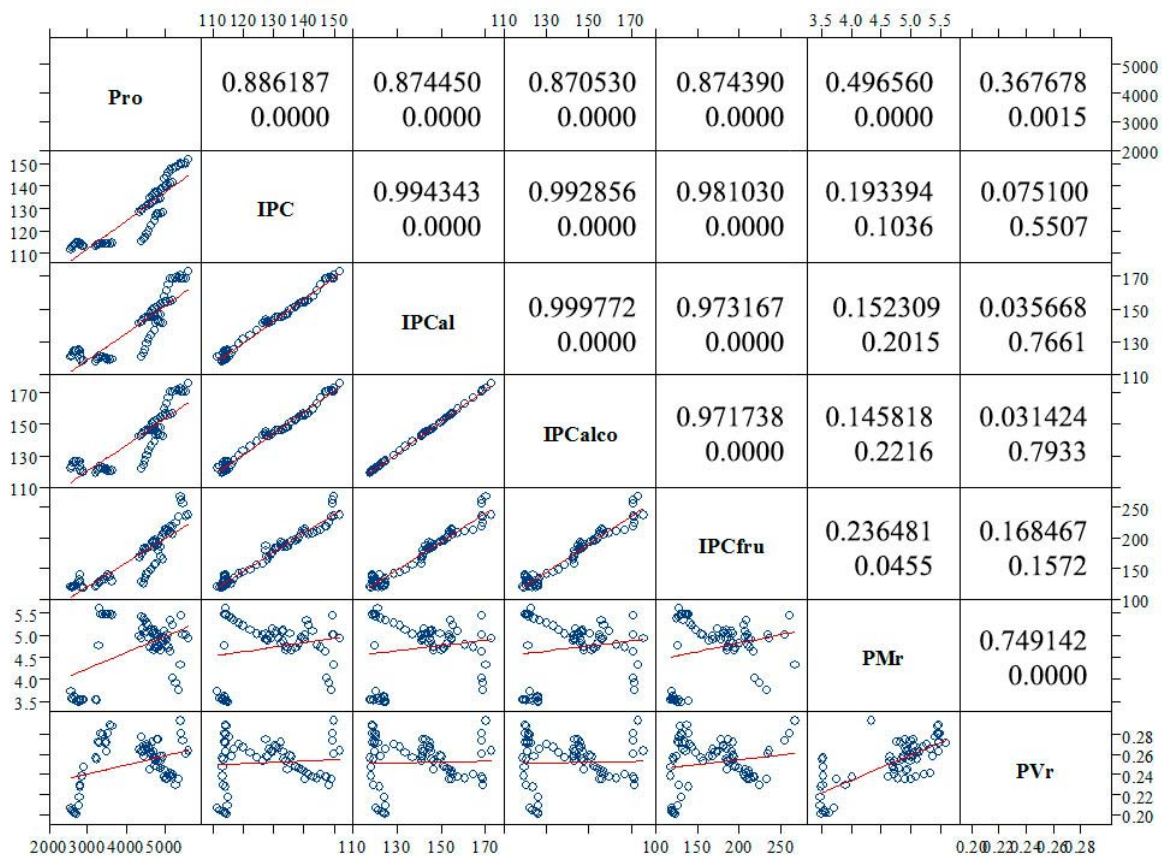


Figura 17. Matriz de correlación de las variables en estudio del banano

4.2.5. Estimación del modelo general para el banano

En la estimación del modelo general de la producción de papa, con las demás variables en estudio, se puede apreciar que este tiene relaciones positivas, quedando el modelo de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 Pro = & 8628.431 + 10.19297IPC + 296.5723IPCal + 220.7749IPCalco \\
 & + 14.88049IPCfru + 290.1185PMr + 9959.017PVr
 \end{aligned}$$

Según los valores del modelo podemos indicar que por cada unidad que se incremente el IPC se tendrá un incremento en la producción en 10.19297 toneladas (manteniendo las otras variables constantes); por otra parte si se incrementa el IPCal (IPC de alimentos y bebidas no alcohólicas), se tendrá un incremento en la producción en 296.5723 toneladas; si

incrementamos en una unidad el IPCfru (Índice de Precios al Consumidor de frutas) se tendrá un incremento en la producción de 14.88049 toneladas; así también si se llega a incrementar el Precio Mayorista real la producción se incrementaría en 290.1185 toneladas y; finalmente si se llegara a incrementar el PVr (Precio promedio real) la producción se llegaría a incrementar en 9959.017 toneladas, siempre manteniendo las otras variables constantes.

4.2.6. Selección del modelo econométrico para el banano

Con el empleo del método de selección de modelos de paso a paso (Stepwise), para el análisis banano se llegan a formular siete modelos, de los cuales el séptimo modelo presenta el R^2 ajustado más alto (.921), el error de estimación más bajo (258.85380), también se aprecia que presenta los criterios de selección bajos como son: el Criterio de información de Akaike (805.837); el Amemiya (.087); CP de Mallows (5.102); y el Criterio bayesiano de Schwarz (819.497); el modelo seleccionado considera como variables exógenas al PMr (Precio mayorista real), PVr (Precio promedio real), IPCfru (Índice de Precios al Consumidor de frutas), IPCal (Índice de Precios de alimentos y bebidas no alcohólicas) e IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar).

Cuadro 16. Resumen de la selección de modelo de la papa

| Modelo | R | R ² | R ² ajustado | EE de la estimación | Criterios de selección | | | |
|--------|-------------------|----------------|----------------------------|------------------------|------------------------|---------|---------|---------|
| | | | | | AIC | Amemiya | CP | BIC |
| 1 | .886 ^a | .785 | .782 | 428.94890 | 874.804 | .227 | 121.606 | 879.358 |
| 2 | .946 ^b | .895 | .892 | 301.90607 | 825.192 | .114 | 26.584 | 832.022 |
| 3 | .950 ^c | .902 | .897 | 294.58680 | 822.607 | .110 | 22.872 | 831.714 |
| 4 | .956 ^d | .914 | .908 | 278.26623 | 815.333 | .099 | 14.373 | 826.717 |
| 5 | .960 ^e | .921 | .915 | 268.14138 | 810.913 | .093 | 9.858 | 824.573 |
| 6 | .958 ^f | .918 | .913 | 270.78946 | 811.411 | .094 | 10.324 | 822.794 |
| 7 | .962 ^g | .926 | .921 | 258.85380 | 805.837 | .087 | 5.102 | 819.497 |

a. Predictores: (Constante), IPC

b. Predictores: (Constante), IPC, PMr

c. Predictores: (Constante), IPC, PMr, PVr

d. Predictores: (Constante), IPC, PMr, PVr, IPCfru

e. Predictores: (Constante), IPC, PMr, PVr, IPCfru, IPCal

f. Predictores: (Constante), PMr, PVr, IPCfru, IPCal

g. Predictores: (Constante), PMr, PVr, IPCfru, IPCal, IPCalco

AIC: Criterio de información de Akaike

Amemiya: Criterio de predicción de Amemiya
 CP: Criterio de predicción de Mallows
 BIC: Criterio bayesiano de Schwarz

4.2.7. Estimación de parámetros del modelo econométrico de la producción del cultivo de banano

En el siguiente cuadro se aprecia la estimación del modelo econométrico para la producción del banano, considerando al IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr.

Cuadro 17. Estimación del modelo econométrico de la producción del banano, con el IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| IPCAL | 318.3853 | 91.59321 | 3.476080 | 0.0009 |
| IPCALCO | 236.1537 | 87.27810 | 2.705761 | 0.0087 |
| IPCFRU | 14.23840 | 4.119174 | 3.456615 | 0.0010 |
| PMR | 293.7855 | 73.29767 | 4.008115 | 0.0002 |
| PVR | 9903.232 | 2382.653 | 4.156389 | 0.0001 |
| C | 8312.114 | 997.8908 | 8.329683 | 0.0000 |
| R-squared | 0.926291 | Mean dependent var | | 4280.253 |
| Adjusted R-squared | 0.920707 | S.D. dependent var | | 919.2579 |
| S.E. of regression | 258.8538 | Akaike info criterion | | 14.03006 |
| Sum squared resid | 4422349. | Schwarz criterion | | 14.21978 |
| Log likelihood | -499.0821 | Hannan-Quinn criter. | | 14.10559 |
| F-statistic | 165.8829 | Durbin-Watson stat | | 0.560353 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

En su forma original la estimación de la producción de banano tiene la siguiente forma lineal:

$$Pro = 8312.114 + 318.3853IPCal + 236.1537IPCalco + 14.23840IPCFru + 293.7855PMr + 9903.232PVR$$

En las estimaciones de los parámetros, se consigue que la incidencia de las variables seleccionadas ($Prob. < 0.05$) sobre la producción de banano, llega ser una incidencia positiva sobre la producción de banano del IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVR.

De acuerdo al modelo econométrico formulado, por cada unidad que se incremente el IPCal (IPC de alimentos y bebidas no alcohólicas) se tendrá un incremento en la producción de banano en 318.3853 toneladas (si las otras variables se mantienen constantes); así también si el IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de Alimentos consumidos con el hogar) se incrementara en una unidad la producción de banano se incrementara en 236.1537 toneladas; por otra parte si Índice de Precios al Consumidor de frutas (IPCfru) se incrementa en una unidad la producción de banano se incrementara en 14.23840 toneladas; si el PMr (Precio mayorista real) se incrementara en una unidad la producción se incrementara en 293.7855 toneladas; y finalmente si el precio promedio real (PVr) se incrementara en una unidad la producción se incrementara en 9903.232 toneladas (si las otras variables permanecen constantes).

Observando el valor de Prob(F-statistic) este es inferior a 0.01 (0.000000), por lo que se puede señalar que las variables independientes (IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr) tienen una incidencia significativa en la producción de banano. Considerando el valor de probabilidad de T, para la incidencia individual de las variables independientes, se aprecia que las variables exógenas son inferiores a 0.01 y 0.05 respectivamente, es decir que las variaciones que tengan estas variables afectaran de manera significativa sobre la producción de banano.

4.2.8. Valor probable de la incidencia de las variables sobre la producción del banano

Realizando el cálculo del Valor Probable, podemos señalar que el IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr promoverán una mayor producción del cultivo de banano, esto debido a que su valor probable es menor a 0.05.

$$VP = \frac{0.0009 + 0.0087 + 0.0010 + 0.0002 + 0.0001}{5} = 0.00218 < 0.05$$

4.2.9. Test formales de formulación del modelo econométrico del banano

4.2.9.1. Análisis de autocorrelación del modelo del banano

Cuadro 18. Correlograma de la producción del banano

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC | Q-Stat | Prob | |
|-----------------|---------------------|----|--------|--------|--------|-------|
| | | 1 | 0.706 | 0.706 | 37.380 | 0.000 |
| | | 2 | 0.381 | -0.234 | 48.405 | 0.000 |
| | | 3 | 0.167 | 0.002 | 50.560 | 0.000 |
| | | 4 | 0.021 | -0.076 | 50.594 | 0.000 |
| | | 5 | -0.054 | -0.004 | 50.825 | 0.000 |
| | | 6 | -0.095 | -0.049 | 51.549 | 0.000 |
| | | 7 | -0.037 | 0.136 | 51.663 | 0.000 |
| | | 8 | 0.132 | 0.221 | 53.120 | 0.000 |
| | | 9 | 0.336 | 0.229 | 62.657 | 0.000 |
| | | 10 | 0.357 | -0.125 | 73.597 | 0.000 |
| | | 11 | 0.235 | -0.102 | 78.433 | 0.000 |
| | | 12 | 0.113 | -0.017 | 79.559 | 0.000 |
| | | 13 | 0.036 | 0.047 | 79.678 | 0.000 |
| | | 14 | -0.026 | -0.009 | 79.741 | 0.000 |
| | | 15 | -0.144 | -0.142 | 81.672 | 0.000 |
| | | 16 | -0.213 | -0.044 | 85.979 | 0.000 |
| | | 17 | -0.207 | -0.108 | 90.137 | 0.000 |
| | | 18 | -0.231 | -0.306 | 95.414 | 0.000 |
| | | 19 | -0.189 | 0.043 | 99.004 | 0.000 |
| | | 20 | -0.154 | -0.002 | 101.42 | 0.000 |
| | | 21 | -0.140 | -0.021 | 103.47 | 0.000 |
| | | 22 | -0.129 | -0.113 | 105.23 | 0.000 |
| | | 23 | -0.107 | -0.010 | 106.48 | 0.000 |
| | | 24 | -0.132 | -0.071 | 108.42 | 0.000 |
| | | 25 | -0.150 | 0.049 | 110.95 | 0.000 |
| | | 26 | -0.192 | -0.110 | 115.23 | 0.000 |
| | | 27 | -0.177 | 0.256 | 118.94 | 0.000 |
| | | 28 | -0.179 | -0.106 | 122.80 | 0.000 |
| | | 29 | -0.176 | 0.001 | 126.62 | 0.000 |
| | | 30 | -0.115 | 0.032 | 128.30 | 0.000 |
| | | 31 | -0.059 | 0.096 | 128.75 | 0.000 |
| | | 32 | -0.026 | -0.008 | 128.84 | 0.000 |

El test Durbin-Watson ($d = 0.560353$), cae en la zona de rechazo de hipótesis nula, es decir no hay evidencia de autocorrelación negativa.

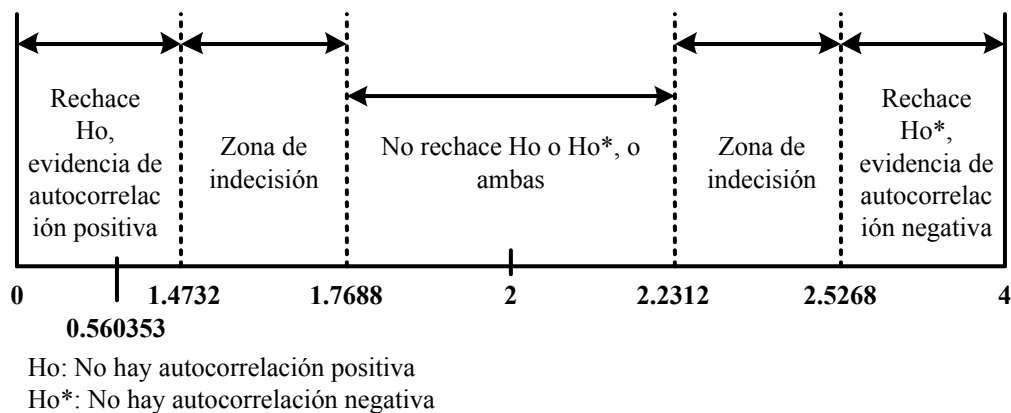


Figura 18. Estadísticos de Durbin-Watson y valor calculado para el modelo del banano

Apreciando el Cuadro 18, en el correlograma, los valores no nos dan una relación concluyente de la presencia o no de autocorrelación, esto debido a que los valores de probabilidad de cada uno de los rezagos son inferiores a 0.05, pero también se aprecia que solo dos rezagos sobrepasan las bandas de confianza, por lo que en base a ambos análisis no se puede señalar que se tenga o no autocorrelación en las variables que conforman el modelo.

4.2.9.2. Análisis de multicolinealidad del modelo del banano

Observando la matriz de correlación, ninguna de las relaciones pareadas entre la producción IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr llega a la unidad por lo que se puede afirmar que no se tienen problemas de multicolinealidad, no afectan la estimación del modelo. También se aprecia que la producción de banano según Hernández *et al.* (2010) tiene una correlación positiva considerable a muy fuerte con el IPCal ($r = 0.874$), IPCalco ($r = 0.871$) y IPCfru ($r = 0.874$); en tanto que con el PMr ($r = 0.501$) y el PVr ($r = 0.370$) fue una relación positiva media.

4.2.9.3. Especificidad del modelo econométrico del banano

Verificando la prueba de Ramsey para determinar la especificidad del modelo propuesto se aprecia que el valor de la prueba de Ramsey que nos da un valor de probabilidad inferior a 0.05 ($p = 0.0002$), por lo que podemos concluir que el modelo econométrico para la producción del banano, a pesar que la selección fue realizada por el método de paso a paso, se debe tener cuidado en la consideración del modelo.

Cuadro 19. Prueba de Ramsey del modelo del banano

| | Value | df | Probability |
|------------------|----------|---------|-------------|
| t-statistic | 3.973342 | 65 | 0.0002 |
| F-statistic | 15.78745 | (1, 65) | 0.0002 |
| Likelihood ratio | 15.65527 | 1 | 0.0001 |

4.2.9.4. Prueba de normalidad de residuos del modelo del banano

El valor de probabilidad de la prueba de normalidad de residuos de Jarque-Bera fue mayor a 0.05 ($p = 0.358148$), por lo que podemos señalar que los residuos del modelo propuesto tienen una distribución normal, es decir los cambios registrados en las variables componentes del modelo se distribuyeron normalmente.

4.2.9.5. Residuos del modelo del banano

En el gráfico de residuos del modelo se aprecia que la serie real (Actual) y la estimada (Fitted) son similares, lo que nos indica que el modelo econométrico planteado se ajusta bien.

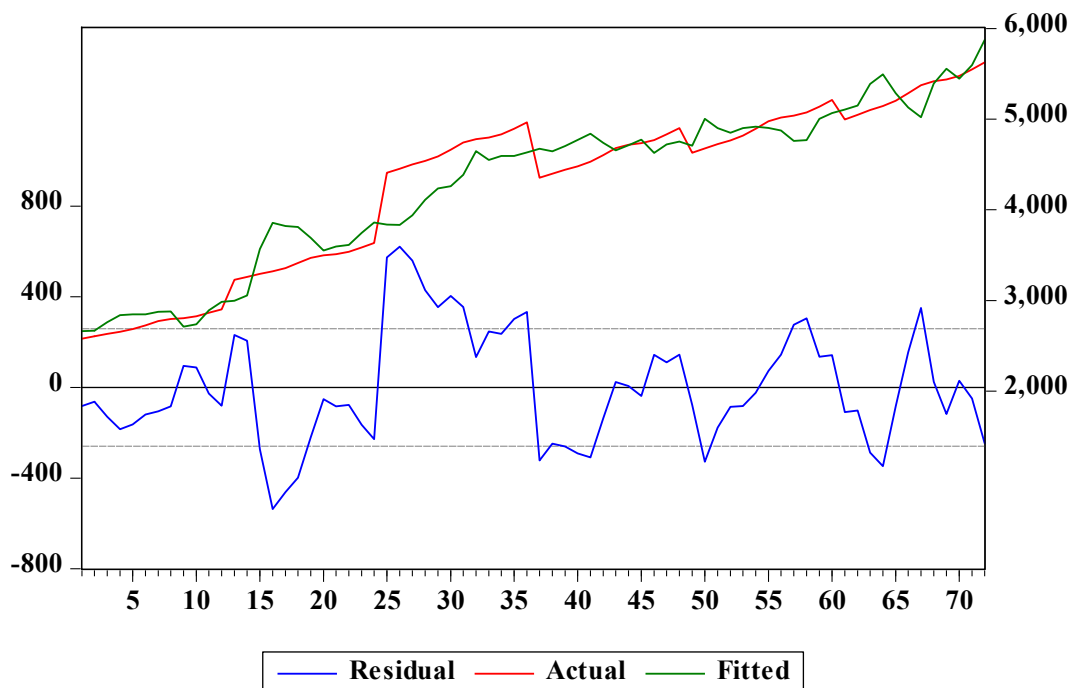


Figura 19. Gráfico de residuales del modelo del banano (2008-2013)

Así también se aprecia en la parte inferior de la Figura 19 la serie de residuos, los cuales fluctúan alrededor del cero, de forma aleatoria, sin tener un patrón fijo, siendo estos residuos pequeños en relación al valor de la variable observada, por lo que se puede afirmar que la bondad de ajuste del modelo fue correcta.

4.2.9.6. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del banano

En la Figura 20, se aprecia la prueba de Cusum del modelo formulado de la producción del banano con relación al IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr.

Se puede observar que las sumas acumuladas de cuadrados de residuos recursivos, no salen de la banda de confianza con un nivel del 5%, por lo que podemos señalar que el modelo propuesto es estable.

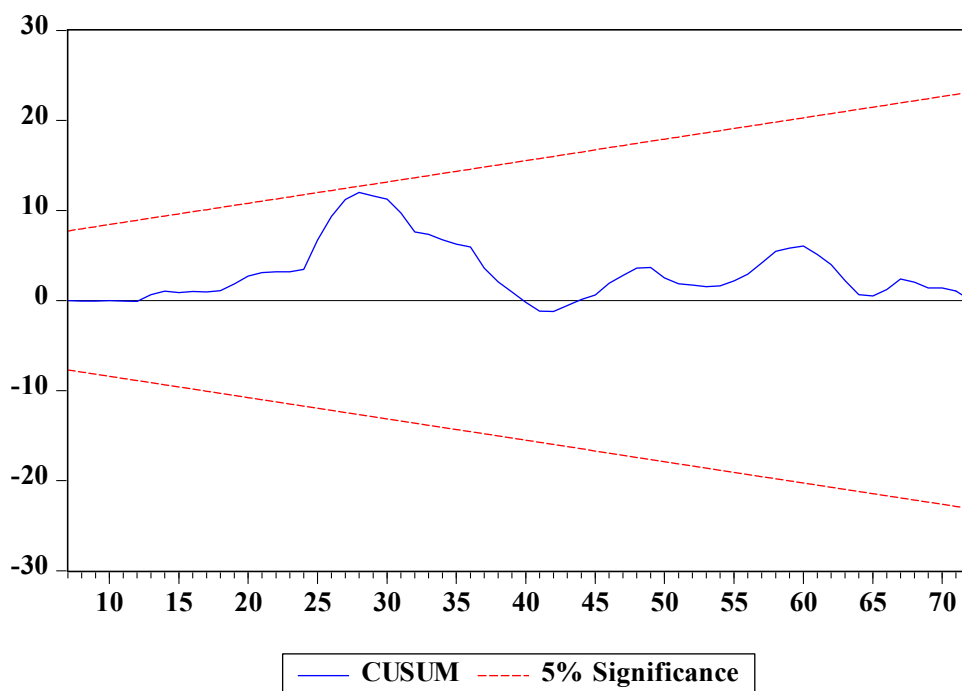


Figura 20. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del banano

4.2.9.7. Prueba de regresión espuria para el modelo del banano

En la Figura 21, se aprecia el análisis componentes principales, donde observando las variables que conforman el modelo propuesto, están distantes de la producción, estando aproximadamente perpendiculares, por lo que no se puede considerar como una regresión

espuria, según señala Barrera (2011), no se considerara como regresión espuria si las variables que conforman el modelo se ubican de manera perpendicular o distantes de la variable dependiente.

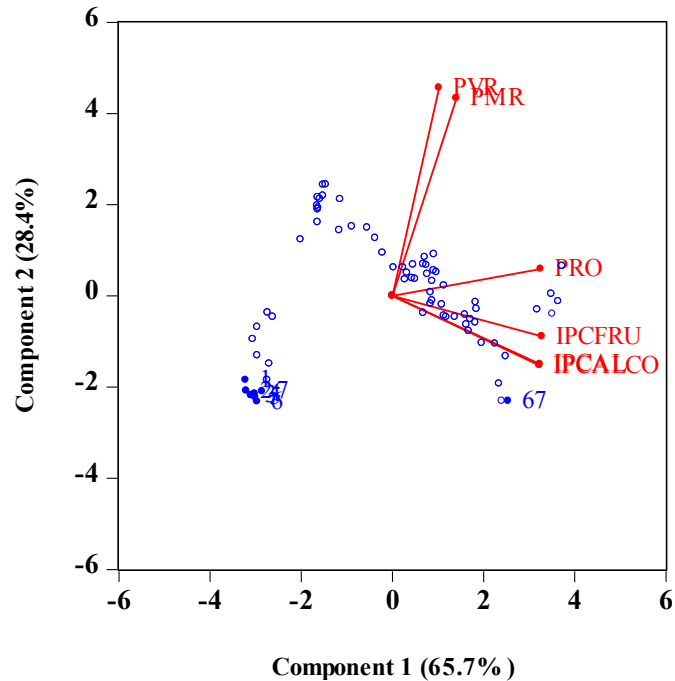


Figura 21. Componentes principales de las variables del modelo del banano

Las variaciones de producción y precios del banano presentados se deberían a la estacionalidad que tiene la producción agrícola y que provocan que los ingresos de los productores también cambie, tal como señala Varian (2011), que indica que las variaciones de los precios implican automáticamente una variación en la renta de los productores, dado que un producto tiene diferentes precios es natural que el productor trate de venderlo al más alto.

Como también se pudo apreciar que las variaciones fueron relativamente estables, es decir no se tuvieron cambios sino un ascenso casi constante, como señala Bishop y Toussaint (1991), la producción agrícola tiende a ser relativamente más estable, mientras que el sector industrial llega a reducir su producción más rápidamente en los periodos en que disminuye la demanda, como resultado los precios agrícolas tienden a subir y bajar más rápidamente que los precios no agrícolas.

4.3. Estimación de la incidencia en la producción del tomate

4.3.1. Tendencia de la producción de tomate (2008-2013)

La producción de tomate tuvo una media de 5747.17 toneladas por año agrícola, con un promedio de variación respecto a la media de 778.4 toneladas en las gestiones 2008 – 2013, con una producción máxima de 6797 toneladas registradas en la gestión 2013, y una producción mínima registrada en la gestión 2008 de 4836 toneladas.

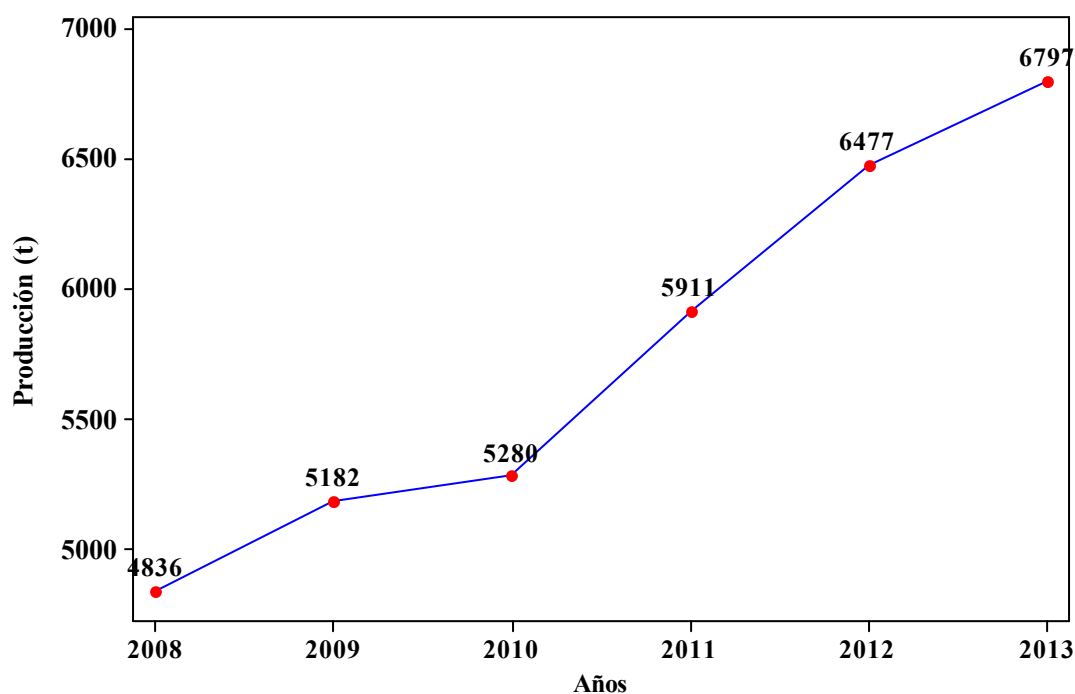


Figura 22. Producción de tomate (2008-2013)

Así también se puede señalar que los valores estadísticos de Sesgo u Curtosis están dentro del rango de -2 a +2, lo que nos indica que los datos provienen de una distribución normal.

En la determinación de la tendencia de la producción de tomate, se aprecia que de los cinco indicadores, cuatro llegan a seleccionar al modelo exponencial, teniendo los valores más bajos de Error estándar de la estimación (0.024678), Criterio de Información de Akaike (-4.304580), Criterio de Información Bayesiano de Schwarz (-4.373994) y el Criterio de Información de Hannan-Quinn (-4.582448). Al respecto señala Olaya (2016), que entre los indicadores de

calidad de los modelos ajustados se tiene a AIC y BIC, y que el mejor modelo, entre varios basados en los mismos datos, será el que tenga el menor AIC y BIC; así también Barrera (2005), señala que el R² carece de significado cuando se trata de un modelo no lineal respecto a los parámetros.

Cuadro 20. Criterios de selección del modelo de regresión de tomate

| Regresión | R² adj | S.E. reg | AIC | BIC | HQC |
|------------------|--------------------------|-----------------|------------|------------|------------|
| Lineal | 0.958880 | 157.8439 | 13.22229 | 13.15288 | 12.94442 |
| Logarítmico | 0.958783 | 158.0313 | 13.22467 | 13.15525 | 12.94680 |
| Inverso | 0.958684 | 158.2192 | 13.22704 | 13.15763 | 12.94917 |
| Potencial | 0.966324 | 0.024701 | -4.302775 | -4.372189 | -4.580643 |
| Exponencial | 0.966385 | 0.024678 | -4.304580 | -4.373994 | -4.582448 |

R² adj: R² ajustado; S.E. reg: Error estándar de la estimación; AIC: Criterio de Información de Akaike; BIC: Criterio Información Bayesiano de Schwarz; HQC: Criterio de Hannan-Quinn.

Con relación a los valores mensuales, podemos indicar que el promedio de producción mensual de banano fue de 574.717 toneladas, y un promedio de las diferencias de 393.341 toneladas con relación al promedio, teniendo un coeficiente de variación de 68.4408%; también se puede observar que los valores de producción mensual de banano, se encuentran dentro de los rangos esperados de Sesgo estandarizado y Curtosis estandarizada (-2 a +2), lo que nos indica que la producción de banano en las gestiones en estudio presentan una distribución normal, como se aprecia en la Figura 23.

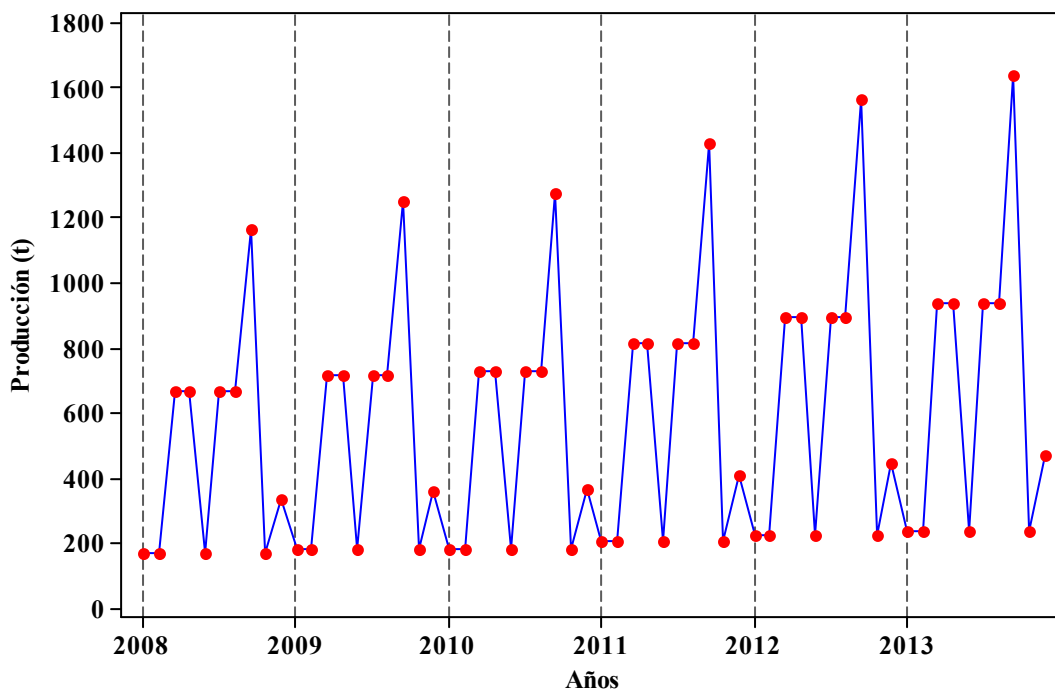


Figura 23. Producción de tomate en el departamento de La Paz, en los diferentes años agrícolas

4.3.2. Variación de los IPC, Índice de precios al por mayor y venta de tomate

Se puede apreciar que el Índice de Precios al Consumidor (IPC) no presentó cambios bruscos en los diferentes meses, siendo similar el comportamiento del IPCal (Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas) y el IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar), en tanto que los índices que tuvieron cambios bruscos en su comportamiento fueron el IPMr (Índice de precios al por mayor real), IPCleg (Índice de Precios al Consumidor de leguminosas, hortalizas y tubérculos) y el IPVr (Índice de precios promedios real), de estos el IPMr es el que mayores cambios registró (Figura 23).

También podemos indicar que observando que la mayor variación lo presentaron el IPCleg (24.79%) y el IPMr (22.79%), en tanto que los que presentaron los menores valores de coeficiente de variación fueron el IPC (10.15%), IPCal (12.39%), IPCalco (12.53%) e IPVr (13.92%).

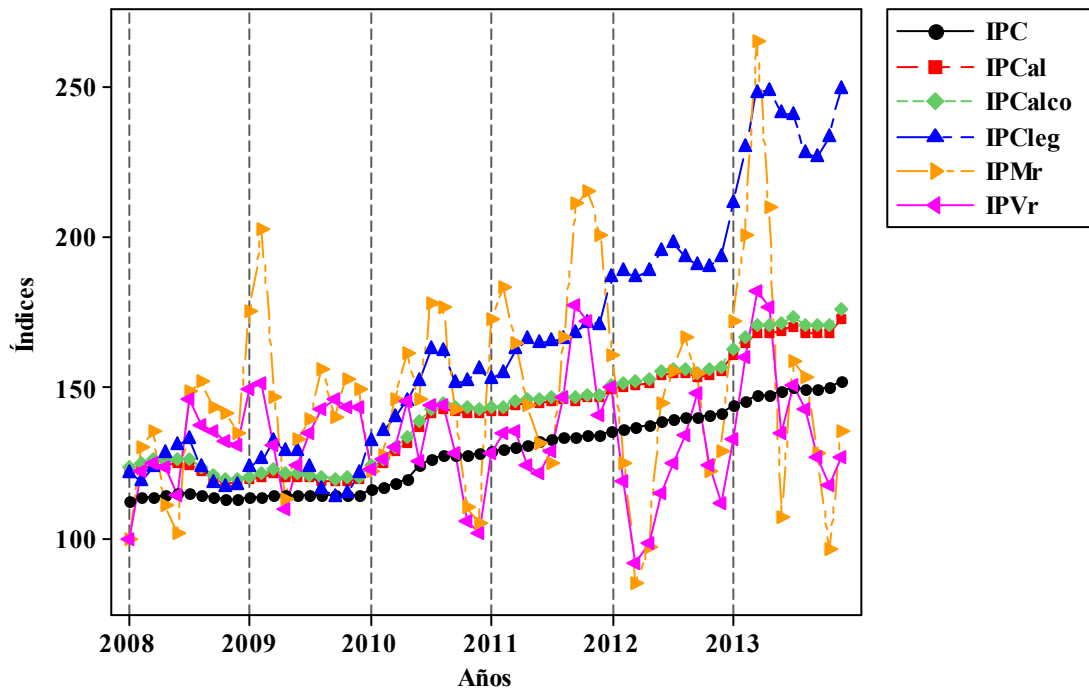


Figura 24. IPC e índices simples de producción, precio y superficie de tomate (2008-2013)

4.3.3. Variables del modelo econométrico del tomate

En la formación del modelo econométrico de la producción de tomate, definimos como variables regresoras a las siguientes variables:

- Variable dependiente:

Pro = Producción de tomate (Toneladas)

- Variables independientes:

IPC = Índice de Precios al Consumidor (general)

$IPCal$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas

$IPCalco$ = Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar

$IPCleg$ = Índice de Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos

PMr = Precio mayorista real (Bs./kg)

PVr = Precio promedio real de venta consumidor (Bs./lb)

4.3.4. Correlación de variables del tomate

En la Figura 25, se aprecia la matriz de correlación entre las distintas variables y la producción de tomate, se observa que con el IPC ($r = 0.970806$), IPCal ($r = 0.944151$), IPCalco ($r = 0.941018$), IPCleg ($r = 0.939358$) tienen correlaciones positivas muy fuertes; en tanto que con el PMr ($r = 0.173318$) y PVr ($r = 0.147027$) tienen correlaciones positivas debiles.

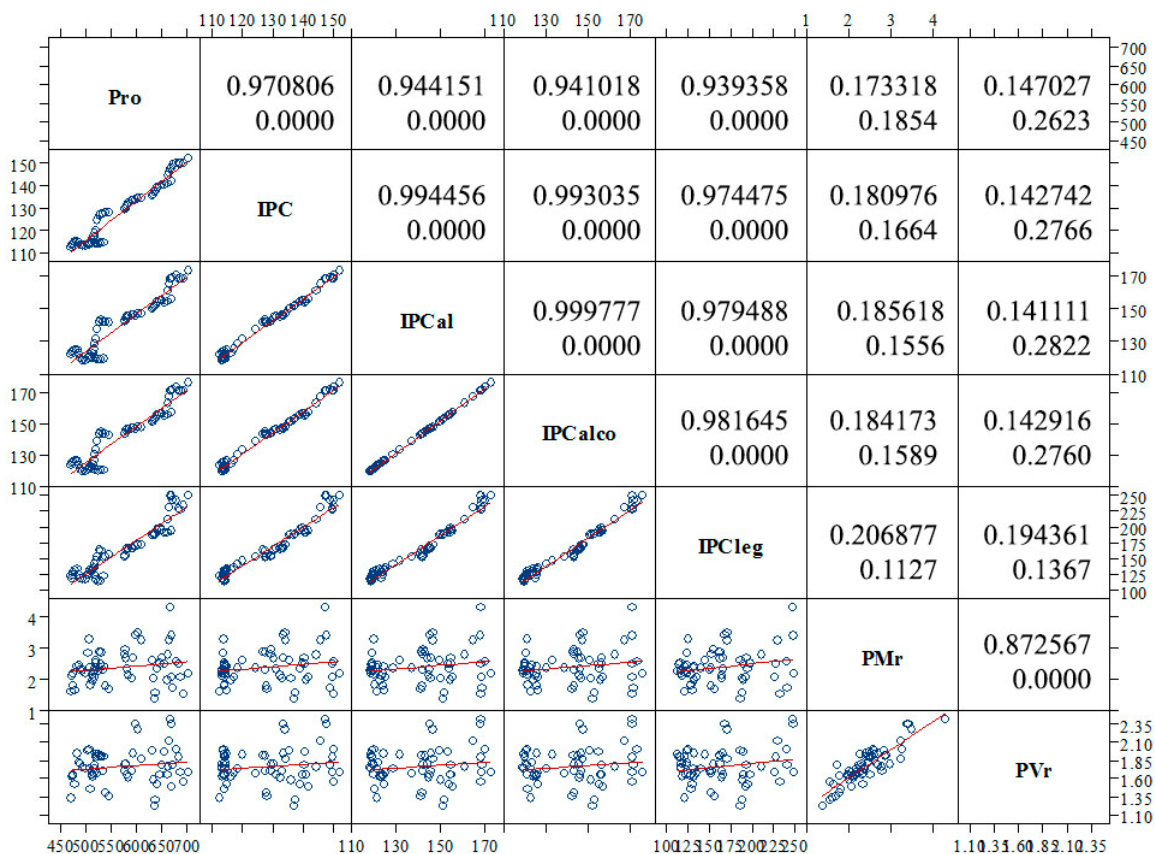


Figura 25. Matriz de correlación de las variables en estudio del tomate

4.3.5. Estimación del modelo general para el tomate

En el modelo general formulado para la producción de tomate, considerando las variables en estudio, se encontraron relaciones positivas entre la producción de tomate el IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg, PMr y PVr, quedando el modelo de la siguiente forma:

$$Pro = 214.5436 + 15.35684IPC + 4.525571IPCal + 4.671932IPCalco \\ + 0.783640IPCleg + 4.962688PMr + 14.21331PVr$$

En función a los valores determinados, podemos indicar que por cada unidad que se incremente el IPC se tendrá un incremento en la producción de banano de 15.35684 toneladas; así también si se incrementara el IPCal (IPC de los alimentos y bebidas no alcohólicas) en una unidad la producción de tomate se incrementara en 4.525571 toneladas; si el IPCalco (IPC de alimentos consumidos en el hogar) se incrementa en una unidad la producción se incrementaría en 4.671932 toneladas; si el IPCleg (Índice de Precios al Consumidor de leguminosas, hortalizas y tubérculos) la producción se incrementara en 0.783640 toneladas; si el PMr (Precio mayorista real) se incrementara en una unidad la producción de tomate se incrementará en 4.962688 toneladas (siempre y cuando las otras variables se mantengan constantes); y si el PVr (Precio promedio de venta) se incrementara en una unidad la producción se incrementaría en 14.21331 toneladas, manteniendo las otras variables constantes.

4.3.6. Selección del modelo econométrico para el tomate

El método de selección de modelos de paso a paso (Stepwise), nos formuló tres modelos, de estos el tercer modelo, teniendo este modelo el R² ajustado más alto (.987), y presento los valores más bajos de: error estándar de la estimación (8.20462), AIC (256.424), el criterio de Amemiya (0.14), CP de Mallows (5.064) y el criterio de BIC (264.801) con relación a los otros modelos tal como recomienda Ojeda y Rocco (2011), en el modelo seleccionado se consideran como variables regresoras al IPC (Índice de Precios al Consumidor), IPCal (Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas) e IPCleg (Índice de Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos).

Cuadro 21. Resumen de la selección de modelo del tomate

| Modelo | R | R ² | R ² ajustado | EE de la estimación | Criterios de selección | | | |
|--------|-------------------|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|---------|---------|---------|
| | | | | | AIC | Amemiya | CP | BIC |
| 1 | .971 ^a | .942 | .941 | 17.50895 | 345.491 | .062 | 213.155 | 349.680 |
| 2 | .992 ^b | .983 | .983 | 9.48788 | 272.924 | .018 | 23.672 | 279.207 |

| | | | | | | | | |
|---|-------------------|------|------|---------|---------|------|-------|---------|
| 3 | .994 ^c | .988 | .987 | 8.20462 | 256.424 | .014 | 5.064 | 264.801 |
|---|-------------------|------|------|---------|---------|------|-------|---------|

a. Predictores: (Constante), IPC
b. Predictores: (Constante), IPC, IPCal
c. Predictores: (Constante), IPC, IPCal, IPCleg
AIC: Criterio de información de Akaike
Amemiya: Criterio de predicción de Amemiya
CP: Criterio de predicción de Mallows
BIC: Criterio bayesiano de Schwarz

4.3.7. Estimación de parámetros del modelo econométrico de la producción de tomate

En el siguiente cuadro se aprecia la estimación del modelo econométrico para la producción de tomate.

Cuadro 22. Estimación del modelo econométrico de la producción de tomate, con el IPC, IPCal e IPCleg

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| IPC | 15.94624 | 0.779524 | 20.45638 | 0.0000 |
| IPCAL | 9.285677 | 0.649988 | 14.28592 | 0.0000 |
| IPCLEG | 0.584916 | 0.130062 | 4.497194 | 0.0000 |
| C | 265.8385 | 29.28497 | 9.077640 | 0.0000 |
| R-squared | 0.987802 | Mean dependent var | | 573.8173 |
| Adjusted R-squared | 0.987149 | S.D. dependent var | | 72.37395 |
| S.E. of regression | 8.204620 | Akaike info criterion | | 7.111612 |
| Sum squared resid | 3769.684 | Schwarz criterion | | 7.251235 |
| Log likelihood | -209.3484 | Hannan-Quinn criter. | | 7.166227 |
| F-statistic | 1511.639 | Durbin-Watson stat | | 0.906531 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

En su forma original la estimación de la producción de tomate tiene la siguiente forma lineal:

$$Pro = 265.8385 + 15.94624IPC + 9.285677IPCal + 0.584916IPCleg$$

Las tres variables consideradas en el modelo econométrico tienen una incidencia positiva sobre la producción de tomate, es decir por cada unidad que se incremente el IPC la producción de tomate se incrementara en 15.94624 toneladas (manteniendo las otras variables

constantes); si el IPCal se incrementara en una unidad la producción de tomate se incrementaría en 9.285677 toneladas (manteniendo las otras variables constantes); y finalmente si el IPCleg se incrementara en una unidad, la producción se incrementaría en 0.584916 toneladas manteniendo las otras variables constantes.

Así mismo se aprecia que el valor de Prob(F-statistic) es inferior a 0.05 (*Prob.* = 0.000000), por lo que se rechaza la hipótesis nula, es decir las variables independientes (IPC, IPCalco e IPCleg) tienen una incidencia significativa en la producción de tomate.

Considerando el indicador de bondad de ajuste del modelo econométrico R-squared ajustado ($R^2 = 0.987149$), la producción del tomate llega a ser explicado en más del 98% por el comportamiento conjunto de las variables explicativas (IPC, IPCal e IPCleg) en los años agrícolas del 2008 al 2013.

Si consideramos el valor de probabilidad individual de cada una de las variables independientes, todas tuvieron valores menores a 0.05, siendo significativa la influencia que llega a tener sobre la producción de tomate.

4.3.8. Valor probable de la incidencia de las variables sobre la producción del tomate

Calculando el Valor Probable, el IPC, IPCal e IPCleg, promoverían una mayor producción del cultivo de tomate, esto debido a que su valor probable es inferior al 0.05.

$$VP = \frac{0.0000 + 0.0000 + 0.0000}{3} = 0.0000 < 0.05$$

4.3.9. Test formales de formulación del modelo econométrico del tomate

4.3.9.1. Análisis de autocorrelación del modelo del tomate

En el correlograma (Cuadro 23) se puede apreciar que algunos de los rezagos sobrepasan las bandas de confianza, por lo que se puede señalar que no se tiene autocorrelación.

Cuadro 23. Correlograma de la producción del tomate, con el IPC, IPCalco e IPCleg

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC | Q-Stat | Prob |
|-----------------|---------------------|-----------|--------|--------|-------|
| | | 1 0.449 | 0.449 | 12.687 | 0.000 |
| | | 2 0.080 | -0.152 | 13.099 | 0.001 |
| | | 3 0.036 | 0.080 | 13.182 | 0.004 |
| | | 4 -0.111 | -0.193 | 13.997 | 0.007 |
| | | 5 -0.010 | 0.175 | 14.004 | 0.016 |
| | | 6 0.047 | -0.055 | 14.156 | 0.028 |
| | | 7 -0.121 | -0.148 | 15.187 | 0.034 |
| | | 8 -0.087 | 0.035 | 15.728 | 0.046 |
| | | 9 0.002 | 0.036 | 15.728 | 0.073 |
| | | 10 0.038 | 0.063 | 15.838 | 0.104 |
| | | 11 0.201 | 0.154 | 18.896 | 0.063 |
| | | 12 0.089 | -0.131 | 19.517 | 0.077 |
| | | 13 -0.057 | 0.003 | 19.771 | 0.101 |
| | | 14 -0.118 | -0.158 | 20.897 | 0.104 |
| | | 15 -0.167 | -0.014 | 23.195 | 0.080 |
| | | 16 -0.078 | 0.008 | 23.708 | 0.096 |
| | | 17 -0.020 | -0.035 | 23.741 | 0.127 |
| | | 18 -0.136 | -0.115 | 25.375 | 0.115 |
| | | 19 -0.247 | -0.190 | 30.892 | 0.041 |
| | | 20 -0.157 | 0.044 | 33.188 | 0.032 |
| | | 21 0.002 | 0.073 | 33.188 | 0.044 |
| | | 22 0.091 | -0.032 | 33.994 | 0.049 |
| | | 23 0.045 | -0.048 | 34.197 | 0.062 |
| | | 24 0.025 | 0.073 | 34.264 | 0.080 |
| | | 25 -0.031 | -0.033 | 34.363 | 0.100 |
| | | 26 -0.068 | -0.047 | 34.876 | 0.114 |
| | | 27 -0.094 | -0.159 | 35.866 | 0.118 |
| | | 28 -0.146 | -0.062 | 38.346 | 0.092 |

El test Durbin-Watson ($d = 0.906531$), cae en la zona de rechazo de la hipótesis nula, es decir que no hay evidencia de una autocorrelación positiva.

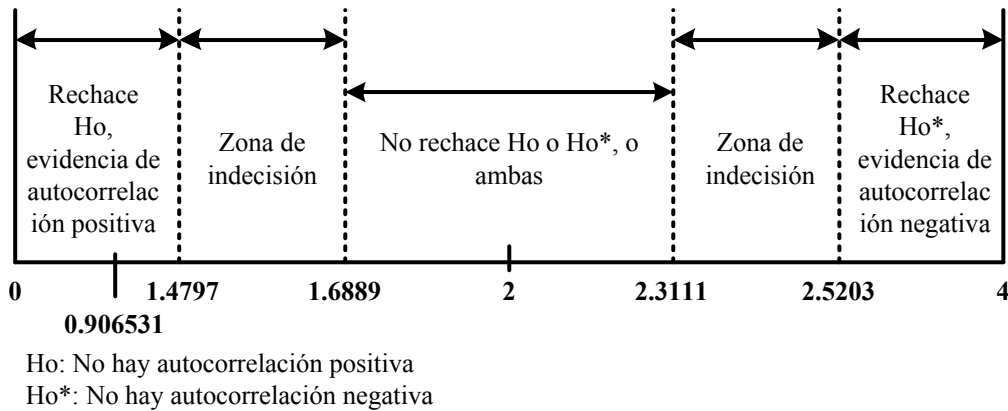


Figura 26. Estadísticos de Durbin-Watson y valor calculado para el modelo del tomate

4.3.9.2. Análisis de multicolinealidad del modelo del tomate

No se tienen problemas de multicolinealidad entre las variables endógenas y exógenas estudiadas, esto debido a que ninguna de los valores de correlación llegó a la unidad.

4.3.9.3. Especificidad del modelo econométrico del tomate

El valor de probabilidad de la prueba de Ramsey del modelo econométrico de la producción de tomate es superior al 0.05 ($Prob. = 0.6131$), por lo que podemos inferir que el modelo econométrico planteado para la producción de tomate está bien especificado.

Cuadro 24. Prueba de Ramsey del modelo del tomate

| | Value | df | Probability |
|------------------|----------|---------|-------------|
| t-statistic | 0.508556 | 55 | 0.6131 |
| F-statistic | 0.258629 | (1, 55) | 0.6131 |
| Likelihood ratio | 0.281479 | 1 | 0.5957 |

4.3.9.4. Prueba de normalidad de residuos del modelo del tomate

Considerando que uno de los requisitos para el planteamiento del modelo es que los residuos tengan una distribución normal, el valor de probabilidad de la prueba de normalidad de residuos de Jarque-Bera fue mayor a 0.05 ($Prob. = 0.335036$), por lo que podemos señalar

que los residuos del modelo propuesto tienen una distribución normal, es decir los cambios registrados se distribuyeron normalmente.

4.3.9.5. Residuos del modelo del tomate

Los residuos de la serie real (Actual) y la estimada (Fitted) se comportan de manera similar, lo que nos permite inferir que el modelo econométrico planteado se ajusta bien.

Así también se aprecia en la parte inferior que la serie de los residuos fluctúan alrededor del 0, de forma aleatoria, sin tener un patrón fijo, por lo que podemos señalar que la bondad de ajuste del modelo fue correcta.

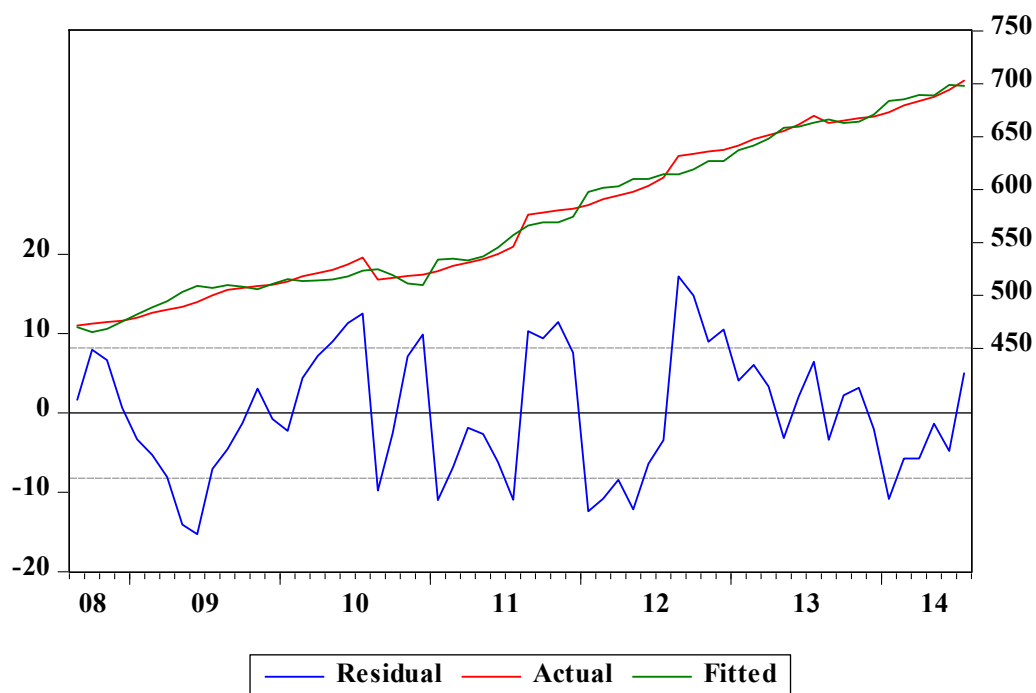


Figura 27. Gráfico de residuales del modelo del tomate (2008-2013)

4.3.9.6. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del tomate

La prueba de Cusum se aprecia en la Figura 28 de la producción de tomate.

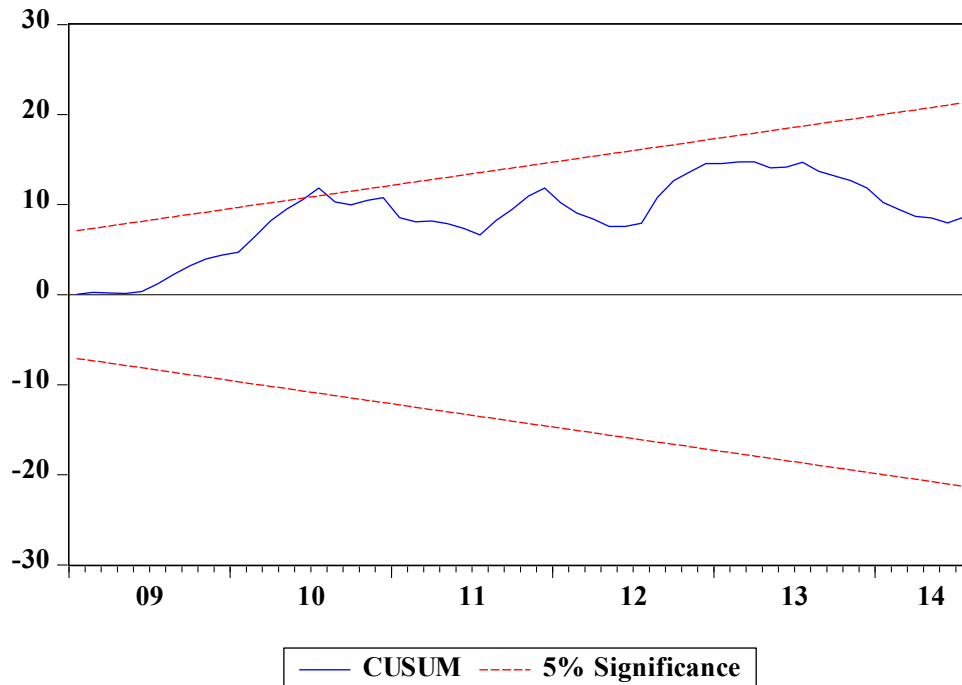


Figura 28. Prueba de Cusum de estabilidad del modelo del banano

Se aprecia que las sumas acumuladas de los cuadrados de residuos recursivos de la relación entre la producción de tomate con relación al IPC, IPCal e IPCleg, en su mayor parte no salen de la banda de confianza con un nivel del 5%, por lo que podemos señalar que el modelo propuesto es estable.

4.3.9.7. Prueba de regresión espuria para el modelo del tomate

El análisis de componentes principales (Figura 29), se puede observar las variables que conforman el modelo propuesto, están distantes de la producción de tomate, por lo no se puede concluir que el modelo de regresión planteado propuesto sea espuria, tal como afirma Barrera (2011), que si las variables exógenas están distantes de la variable endógena, formando una recta casi perpendicular entre las mismas no se puede considerar como una regresión espuria.

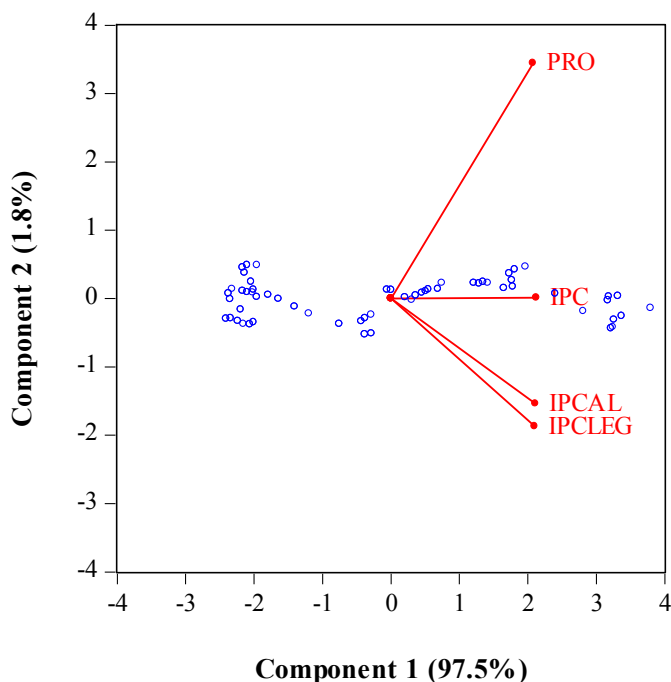


Figura 29. Componentes principales de las variables del modelo del tomate

El comportamiento del tomate, fue relativamente estable, es decir no se tuvieron cambios sino un ascenso constante, como señala Bishop y Toussaint (1991), la producción agrícola tiende a ser relativamente más estable mientras que el sector industrial llega a reducir su producción más rápidamente en los periodos que disminuye la demanda, como resultado los precios agrícolas tienden a subir y bajar más rápidamente que los precios no agrícolas.

Las variaciones de las incidencias o cambios porcentuales presentados en los cultivos, es propia de la naturaleza de producción de los mismos, debido a que son estacionales y producir cambios en la producción demandaría un largo tiempo (de año a año), como señala Bishop y Toussaint (1991), los cambios de la producción agrícola a corto plazo no se darían y que para que se tengan cambios estos deben ser planificados a largo plazo, debido a que la información respecto a los cambios en los patrones de consumo y los precios que tardan en llegar a los agricultores, para que estos puedan planear cambios en su producción. Como también los cambios que se producen en los precios de los productos agrícolas influirán en lo que uno pueda producir en el futuro, tal como afirma Mankiw (2009), en muchos de los casos los precios determinan quien produce cada uno de los bienes y que cantidad produce.

Por lo que los cambios que se tienen en la producción agrícola no se pueden atribuir totalmente a los cambios en los precios de los productos agrícolas, sino también a externalidades que se presentan o al uso de nuevas tecnologías, según afirma Galarza (2010), que indica que el progreso técnico viene a ser una dinámica permanente entre el cambio tecnológico y los rendimientos decrecientes en la agricultura, donde el progreso técnico generaría los bienes materiales que la sociedad necesita.

En la actualidad salvo algunas excepciones estaría garantizado la oferta de alimentos, aunque el estado pretenda regular el mercado y precio de algunos productos agrícolas, este se comporta de una manera libre, al respecto Mankiw (2009), señala que no existe en economía un organismo público de planificación que decida quien es agricultor y que garantice el suministro suficiente de alimentos.

Siendo el precio el que se encarga de ajustar las cantidades de los alimentos, como señala Varian (2011), los precios desempeñan dos papeles en el sistema de mercado: la asignación y la distribución, la asignación consiste en indicar la escasez relativa y la distribución determina la cantidad que se puede encontrar de ese bien.

De manera general podemos señalar que la variación de los precios agrícolas son más cambiantes que los precios de los no agrícolas, esto debido en muchos casos a la estacionalidad de los mismos, la perecebilidad y, que los ascensos constantes que se registran puede deberse a factores también a que en determinadas épocas se tiene una marcada oferta en la cantidad que llegue a satisfacer a los consumidores lo que provocaría un ascenso sostenido año tras año, como también en el crecimiento de la población, tal como señala Bishop y Toussaint (1991), que indican que los precios de los productos agrícolas fluctuaran en mayor grado que los precios no agrícolas.

Así también debemos de señalar que los cultivos llegan a tener rendimientos decrecientes, y que se tienen diferentes factores que afectan la producción, como la superficie, teniendo una relación directa entre la cantidad producida y la superficie cultivada, sumados a esto factores como los precios (mayoristas, de consumidores finales) que se tienen en el mercado que llegan a afectar la producción de determinado cultivo, tal como afirma Bedregal (2012), que un

aumento de los precios de cualquier bien, son el gatillo para un incremento de la producción, según la ley de oferta y demanda, que cuando el precio de un bien aumenta, promoverá un aumento de la cantidad que se llegue a producir, que en muchos de los casos se la considera como una oportunidad de para los productores; lo que en muchos casos llega a traer muchas consecuencias económicas, que debido al incremento de la producción debido al incremento de la superficie, generara un incremento de la superficie cultivada, provocando un desequilibrio en las formas de producción tanto en lo económico, como en lo social y lo ecológico.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Una vez finalizado el estudio, análisis, investigación y verificación de los datos obtenidos del presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- Según los diferentes criterios de selección de modelos empleados la tendencia que presentaron la producción de papa, banano y tomate fue exponencial.
- En el caso de la producción de papa, las variables que mayor incidencia tuvieron sobre la producción de papa tuvo incidencias positivas, donde la mayor incidencia tuvo fue e IPCalco (Índice de Precios al Consumidor de alimentos consumidos en el hogar) y el IPCal (Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas); en tanto que las que presentaron las menores incidencias con la producción fueron del PMr (Precio Mayorista real) y del IPCleg (Índice de Precios al Consumidor de legumbres, hortalizas y tubérculos). Para la producción de banano, las variables endógenas que mayor incidencias tuvieron fueron el PVr (Precio promedio real) y el IPCal (Índice de Precios al Consumidor de alimentos y bebidas no alcohólicas); en tanto que las que menos incidencia tuvieron fueron el IPCfru (Índice de Precios al Consumidor de frutas) y el IPC (Índice de Precios al Consumidor). En la producción de tomate, las variables exógenas que más incidencia tuvieron fueron el IPC y el PVr; en tanto que las que tuvieron menor incidencia fueron IPCal y el IPCleg.
- En la selección de modelos econométricos por el método paso a paso, para la producción de papa influyeron positivamente el IPC y el IPCalco. Para la producción de banano fueron en total cinco variables las que conformaron el modelo econométrico seleccionado siendo las que influyeron positivamente a la producción de banano el IPCal, IPCalco, IPCfru, PMr y PVr. El modelo econométrico para la producción de tomate influyeron positivamente el IPC, IPCal e IPCleg.
- Las relaciones encontradas entre la producción de papa y el IPC fueron positiva considerable y positiva débil con el PMr. La producción de banano tuvo relaciones positivas considerables con el IPCal, IPCalco, IPCfru, con el PMr y PVr las relaciones fueron positivas medias. La producción de tomate tuvo con el IPC, IPCalco e IPCleg

relaciones positivas considerables; siendo en todos los casos significativas las relaciones entre la producción y las diferentes variables.

- Entre los cultivos evaluados el que tuvo una mayor variación de la incidencia fue el cultivo de papa, seguido del banano y el tomate; habiendo tenido el cultivo de papa cambios muy marcado en las gestiones en estudio, la que presento cambios pero no muy marcados fueron el cultivo de banano y el tomate.

5.2. Recomendaciones

Luego de haber concluido el presente trabajo de investigación se llega a las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda profundizar el presente estudio con la finalidad de no solo considerar al primer eslabón de producción, que es el productor, sino que se debe considerar la influencia que tienen los mercados, los precios (mayorista y el de venta al consumidor final), los Índice de Precios al Consumidor en la producción agrícola.
- Fomentar estudios que posibiliten a los agricultores tener información y apoyo para tener una producción más constante y no variable o cambiante en diferentes gestiones, considerando los precios de mercado y las influencias que estos pueden llegar a tener sobre la producción agrícola.
- Profundizar el estudio del IPC a nivel más atomizado, con el fin de identificar los efectos que este pudiera tener en los pequeños productores toda vez que se evidencio su influencia no solo en el precio, sino también en la producción y superficies cultivadas.
- Fomentar la conformación de grupos grandes de productores para atenuar los efectos que se tienen en el mercado los cambios de precios y variaciones en la producción agrícola.

LITERATURA CITADA

AGUILAR, L. *Índice de precios al consumidor como método estadístico para medir la inflación en el Ecuador*. Tesis (Lic. Eco.). Ecuador, Universidad de Guayaquil, 2011. 94 p.

AIPE [ASOCIACIÓN DE INSTITUCIONES DE PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN] *Política Comercial Agrícola y su relación con la economía y alimentación de la familia indígena originaria campesina*. La Paz, Bolivia: ICCO y Mundo Nuevo, 2011. 142 p.

ALBERTO, J. *Análisis de series temporales*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid, 2007. 286 p.

ALFARO, D. y M. OLIVERA *Transmisión de Precios y Poder de Mercado*. Uruguay: Universidad de la República, 2009. 75 p.

ALONZO, J. *Números índices*. 4 ed. Colombia: ICESI, 2004. p. 1-28.

ALVAREZ, A., C. ARIAS y L. OREA *Introducción al análisis empírico de la producción*. España: Universidad de Oviedo-Universidad de León, 2003. 144 p.

ANDERSON, D., D. SWEENEY y T. WILLIAMS *Estadística para administración y economía*. 10 ed. México: Cengage Learning Editores, 2008. 1056 p.

ASSETS.MHEDUCATION. *La oferta, la demanda y el mercado* [en línea]. [s.l.]: [s.n.], s.f. [citado 2 septiembre 2017]. Disponible en World Wide Web: <<http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448181042.pdf>>.

ASTUDILLO, M. *Fundamentos de economía*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas, 2012. 192 p.

AYALA, S. *Microeconomía*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2011. 331 p.

BALZARINI, M. G., L. GONZALEZ, M. TABLADA, F. CASANOVES, et al. *InfoStat: Manual del Usuario*. Cordoba, Argentina: Brujas, 2008. 336 p.

BARRERA, D. *Estadística informatizada: EViews y Stata 8*. La Paz, Bolivia: Stigma, 2005. 412 p.

BARRERA, D. *Regresión espuria* [video]. La Paz, Bolivia, UMSA, 2011. 11:33 min, color.

BEDREGAL, C. *Rendimientos decrecientes de la tierra y la producción de quinua en Bolivia*. Tesis (Lic. Eco). La Paz, Bolivia, UMSA, 2012. 98 p.

BENAVENTE, J., A. OTERO y J. VÁSQUEZ *Econometría I*. Chile: Universidad de Chile, 2007. 161 p.

BISHOP, C. y W. TOUSSAINT *Introducción al análisis de economía agrícola*. México: Limusa, 1991. 262 p.

BLANK, L. y A. TARQUIN *Ingeniería económica*. 4 ed. Santa Fé de Bogota, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 1999. 722 p.

BOTAZZI, M. Exportaciones vacunas: Sus determinantes. In *Trabajos de aplicación econométrica*. Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata, 1998, p. 4-9.

CAJO, H. y L. MONTUFAR. *Producción de papa y su incidencia en el desarrollo agrícola en la parroquia ilapo, cantón Guano, provincia de Chimborazo*. Tesis (Lic. Eco.). Riobamba, Ecuador, Universidad Nacional de Chimborazo, 2016. 121 p.

CALDENTEY, P. y A. GOMEZ *Economía de los Mercados Agrarios*. Madrid, España: Mundi-Prensa, 1993. p. 37-61.

CANELAS, T. *Números Índice*. Oruro-Bolivia: Latinas, 2002. 117 p.

CASARES, P. y S. TEZANOS *Principios de Economía*. España: Universidad de Cantabria, 2009. 59 p.

CATALÁN, H. *Regresión espuria* [diapositiva]. [s.l.], [s.n.], s.f. 13 diapositivas, color.

CCE [CONSEJO COORDINADOR EMPRESARIAL] *El consumo de maíz y su efecto en precios ante el reto de elevar la producción*. México: CCESP, 2014. 40 p.

CEIGRAM [CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS AGRARIOS Y MEDIOAMBIENTALES] *Indicadores de sostenibilidad de la agricultura y ganadería españolas*. Madrid, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 2011. 364 p.

CEPEDA, I. y J. PADILLA *Diseño de un modelo econométrico para determinar la relación entre la oferta monetaria y la inflación a corto plazo en la zona euro*. España: URJC-UCM, 2016. p. 1-22.

CINVE, (CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS) *Economía, principales conceptos*. Uruguay: CINVE, 2005. 191 p.

CONTAFINANZAS. *Introducción: Algunos aspectos básicos de la economía* [en línea]. [s.l.]: Contafinanzas, 2017 [citado 15 septiembre 2017]. Disponible en World Wide Web: <<http://contafinanzas.net/wp-content/uploads/2016/12/INDICADORES-ECONOMICOS.pdf>>.

CRUZ, I. *Precios y márgenes en la cadena de valor de los productos frescos: información y transparencia*. España: MERCASA, 2008. p. 17-29.

CHOQUE, C. *Impacto de las expectativas en la inflación de Bolivia entre los años 1990 y 2009*. Tesis (Lic. Eco). La Paz, Bolivia, UMSA, 2012. 133 p.

DE GREGORIO, J. *Macroeconomía: Teoría y políticas*. Santiago, Chile: Pearson-Educación, 2012. 769 p.

DÍAZ, R. Inflación: Definición, causas y efectos. In *Boletín Plural*. Argentina: Argentina, 2016, p. 1-14.

DIULIO, E. *Macroeconomía*. 2 ed. México: McGeaw-Hill Interamericana, 1994. 340 p.

DUTOIT, L., K. HERNÁNDEZ y C. URRUTIA. *Transmisión de precios en los mercados del maíz y arroz en América Latina* [diapositiva]. Santiago de Chile, CEPAL, 2010. 27 diapositivas, color.

ELIZALDE, E. *Macroeconomía*. México: Red Tercer Milenio, 2012. 172 p.

ESCRIBANO, G. *El precio y su influencia sobre la demanda, los ingresos y los beneficios de la empresa. La elasticidad*. [s.l.]: [s.n.], s.f. p. 1-19.

ESPASA, A. Consideraciones econométricas para el análisis de la coyuntura económica. In *Estadística y Econometría*. Madrid, España: Departamento de Estadística y Econometría, Universidad Carlos III de Madrid, 2002, p. 1-25.

ESPINAL, T., P. GIRALDO, N. PEÑA y L. LOTERO. Análisis, modelizado y pronóstico de la serie de índices de precios al consumidor en Medellín 2010-2015. In *Encuentro de Investigación Formativa*. Medellín, Colombia: Encuentro de Investigación Formativa, 2016, vol. VII, p. 127-142.

ESPINOZA, E., M. IRAHETA y A. SÁNCHEZ *Modelo econométrico para el crecimiento económico y la inflación en Centroamérica y República Dominicana*. Centroamérica: Consejo Monetario Centroamericano, 2012. 69 p.

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA *Plan Nacional de Desarrollo*. La Paz, Bolivia: Estado Plurinacional de Bolivia, 2006. p. 9-18.

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA *Ley N° 144: Ley de revolución productiva comunitaria agropecuaria*. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia, 2011. p. 1-29.

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA *Ley N° 338: Ley de organizaciones económicas campesinas, indígena originarias – OECAS y de organizaciones económicas comunitarias – OECOM para la integración de la agricultura familiar sustentable y la soberanía alimentaria*. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial del Estado Plurinacional de Bolivia, 2013. p. 1-32.

ESTEBAN, M., M. PAZ, S. ORBE, M. REGÚLEZ, et al. *Análisis de Regresión con Gretl*. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Euskal Herriko Unibertsitatea, s.f. 160 p.

EYZAGUIRRE, J. *Importancia socioeconómica de la agricultura familiar en Bolivia*. La Paz, Bolivia: TIERRA, 2015. 92 p.

FAO [ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN] *Política de desarrollo agrícola: Conceptos y principios*. Roma, Italia: FAO, 2004. 591 p.

FELIPE, H., V. CORREA, L. LUNA y F. RUIZ *Desestacionalización de series económicas: El procedimiento usado por el Banco Central de Chile*. Chile: Banco Central de Chile, 2002. 38 p.

FERNÁNDEZ, F., E. ACOSTA y J. ANDRADA. Especificación de modelos econométricos utilizando minería de datos. In *Rect@*. España: Departamento de Métodos Cuantitativos en Economía y Gestión, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2009, p. 223-252.

FERRÁN, M. *SPSS para Windows: Análisis estadístico*. España: McGraw-Hill/Interamericana, 2001. 421 p.

FREUD, J., F. WILLIAMS y B. PERLES *Estadística para la administración*. 5 ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1990. 742 p.

GALARZA, E. *La economía de los recursos naturales*. 2 ed. Perú: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico, 2010. 265 p.

GALARZA, F. *Productividad y poder de mercado oligopsónico en la agricultura peruana*. Perú: Universidad del Pacifico, 2014. 79 p.

GALLARDO, L. *Fundamentos básicos de macroeconomía* [diapositiva]. Mérida, Venezuela, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad de Los Andes, s.f. 19 diapositivas, color.

GARCÍA, V. *Para entender la economía política (y la política económica)*. México: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos, 2000. 224 p.

GARZA, R. *Análisis de la varianza estacional y tendencia de los precios al detalle de cebolla (*Allium cepa L.*) en la ciudad de Guatemala en el periodo 1975-1998*. Tesis (Lic. Ing. Agr.). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. 55 p.

GERONA, M. *El comercio de productos agrícolas en la Organización Mundial del Comercio (OMC)*. Quito, Ecuador: Abya-Yala, 2005. 157 p.

GONZALO, J. *Regresión espuria y cointegración simple* [diapositiva]. Madrid, España, Universidad Carlos III de Madrid, s.f. 18 diapositivas, color.

GUISÁN, C. Causalidad y cointegración en modelos econométricos: Aplicaciones a los países de la OCDE y limitaciones de los tests de cointegración. In *Working Paper Series Economic Development*. España: Universidad de Santiago de Compostela, 2002, p. 1-47.

GUJARATI, D. *Econometría*. 4 ed. México: McGraw-Hill, 2004. 972 p.

GUJARATI, D. y D. PORTER *Econometría*. 5 ed. Mexico: McGraw-Hill, 2010. 921 p.

HERNÁNDEZ, R. *Inflación* [diapositiva]. Universidad de Valencia, 2010. 24 diapositivas, color.

HERNÁNDEZ, R., C. FERNÁNDEZ y P. BAPTISTA *Metodología de la investigación*. 5 ed. México: McGraw Hill/Interamericana, 2010. 613 p.

HINTERHUIBER, A. Customer value-based pricing strategy: why companies resist. In *Journal of Business Strategy*. 2008, vol. 29, p. 41-50.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA] *Documento metodológico índice de precios al por mayor de productos agrícolas (I.P.M.A.)*. La Paz, Bolivia: INE, 2008. p. 1-13.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA] *Índice de precios al consumidor*. La Paz, Bolivia: INE, 2011. p. 1-36.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA] *Primer Censo Agropecuario del Estado Plurinacional de Bolivia documento metodologico*. La Paz, Bolivia: INE, 2013. p. 126.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA] *Censo Agropecuario 2013 Bolivia*. La Paz, Bolivia: INE, 2015a. 123 p.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA] *Censo Agropecuario 2013 La Paz*. La Paz, Bolivia: INE, 2015b. 446 p.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA] *Bolivia: Participacion de las actividades economicas en el valor bruto producción a precios corrientes*. La Paz, Bolivia: INE, 2017a. p. 1-3.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA] *Encuesta Agropecuaria 2015*. La Paz, Bolivia: INE, 2017b. 714 p.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA]. *La Paz: Índice de Precios al Consumidor, según División-Grupo-Clase, Enero 2008 - Diciembre 2017 (Base 2007)* [en línea]. [La Paz, Bolivia]: INE, 2017c [citado 6 de agosto 2017]. Disponible en World Wide Web:<<http://www.ine.gob.bo/index.php/indice-precios-consumidor/introduccion>>.

INE [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA]. *Producción, rendimiento, superficie La Paz* [en línea]. [La Paz, Bolivia]: INE, 2017d [citado 6 de agosto 2017]. Disponible en World Wide Web:<<http://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-por-actividad-economica/industria-manufacturera-y-comercio-4>>.

INEI [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA] *Desestacionalización de Series Económicas*. Lima, Perú: INEI, 2002. 60 p.

INEI [INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA] *Índice de precios al por mayor*. Lima, Perú: INEI, 2011. p. 1-33.

KAZMIER, L. *Estadística aplicada a la administración y a la economía*. 3 ed. México: MacGraw-Hill, 2000. 416 p.

LODOLA, A. *Apuntes sobre números índice*. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2006. 73 p.

LÓPEZ, B. *Introduction to econometrics* [en línea]. [México]: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2015 [citado 29 agosto 2017]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.economia.unam.mx/profesores/blopez/econometria-intro.pdf>>.

MA, Z. *Apuntes de econometría*. Madrid, España: Unión de Estudiantes de Ciencias Económicas-Universidad Carlos III de Madrid, s.f. p. 1-33.

MANKIWI, G. *Principios de economía*. 4 ed. España: Paraninfo, 2009. 629 p.

MEDEL, C. ¿Akaike o Schwarz? ¿Cuál utilizar para predecir el PIB chileno? In *MPRA*. Munich: Munich Personal RePEc Archive, 2012, p. 1-15.

MEDINA, E. *Introducción a la econometría e informática: Modelos econométricos e información estadística*. [s.l.]: [s.n.], s.f. p. 1-8.

MILIOZZI, C. *Los derivados financieros como instrumentos para neutralizar la volatilidad de los precios de los commodities*. Tesis (Maestría). Bahía Blanca, Argentina, Universidad Nacional del Sur, 2011. 223 p.

MINNAARD, C. Modelos de regresión lineales y no lineales: su aplicación en problemas de ingeniería. In *IICaim –Segundo Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica*. San Juan, Argentina: Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 2010, p. 20-29.

MOCHÓN, F. *Principios de economía*. 3 ed. España: McGraw-Hill/Interamericana, 2006. 370 p.

MONTESINOS, A. *Estudio del AIC y BIC en la selección de modelos de vida con datos censurados*. Tesis (M.Sc.). Guanajuato, México, Centro de Investigación en Matemáticas, 2011. 61 p.

MURCIA, H. *Fundamentos de economía agrícola*. EEUU: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Centro Interamericano de Desarrollo Rural y Reforma Agraria, s.f. p. 13.

NORIEGA, A. y D. VENTOSA-SANTAULÁRIA. Regresión espuria y tendencias Econométricas. In *Banco de México*. México: Banco de México, 2006, p. 1-12.

OAP [OBSERVATORIO AGROAMBIENTAL Y PRODUCTIVO]. *Precios mayoristas, producción agroecuarios: Serie agrícola pecuaria* [en línea]. [La Paz, Bolivia]: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras - MDRyT

Observatorio Agroambiental y Productivo - OAP, 2017 [citado 6 de agosto 2017]. Disponible en World Wide Web: <<http://200.87.150.244:8080/birt/report/index.jsp#>>.

OJEDA, C. y C. ROCCO. Metodología para selección de modelos de regresión lineal múltiple basada en métodos multiobjetivo. In *XXI Simposio de Estadística 2011*. Bogota, Colombia, 2011.

OLAYA, J. *Modelos de Regresión: El problema de la seleccion de variables* [diapositiva]. Cali, Colombia, Escuela de Estadística, Universidad del Valle, 2016. 71 diapositivas, color.

ORMACHEA, A. *Soberanía y seguridad alimentaria en Bolivia: Políticas y estado de la situación*. La Paz, Bolivia: CEDLA, 2009. 100 p.

ORTEGA, I. *Efectos del alza de los precios de los commodities de alimentos sobre la población chilena*. Tesis (Lic. Ing. Com.). Santiago, Chile, Universidad de Chile, 2011. 39 p.

PAÑUNI, G. *Las exportaciones tradicionales y su incidencia en el crecimiento económico nacional "Caso Plata" periodo 2002-2011*. Tesis (Lic. Econ.). La Paz, Bolivia, UMSA, s.f. 128 p.

PÉREZ, F. *Modelo econometrico del mercado de esparrago de exportacion en México*. México: Universidad de Chapingo, s.f. p. 1-18.

PÉREZ, L. *Prácticas de estructura económica mundial, 2009-2010: Agregados macroeconomicos II*. España: Universidad Autónoma de Madrid, 2010. p. 1-6.

RECURSOSBIBLIO. *Series de tiempo y pronóstico* [en línea]. [s.l.]: [s.n.], s.f. [citado 22 septiembre 2017]. Disponible en World Wide Web: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/Libros/2012/Esta_AdmonYEco-15.pdf>.

RUBALCAVA, J. Cosas-que-conviene-saber-al-usar-aic-dic-y-otros-criterios-de-informacion. In J. RUBALCAVA. *Modelización y Estadística en Biología*. Blog de WordPress.com, 2011.

SANCHO, A. y G. SERRANO *Análisis de diferentes formas funcionales en un modelo de comercio exterior: El problema de la heterocedasticidad*. [s.l.]: Javier Navarro, 2004. 22 p.

SANZ, B. *Regresión espuria y no estacionaridad* [diapositiva]. [s.l.], Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, UNED, s.f. 22 diapositivas, color.

SOLERA, A. *Criterios para la selección de modelos estadísticos*. Costa Rica: Departamento de Investigaciones Económicas, Banco Central de Costa Rica, 2000. 21 p.

TERRAZAS, R. La linealización de curvas para la proyección de la demanda perspectivas. In *Perspectivas*. Cochabamba, Bolivia: Redalyc, 2006, vol. 9, p. 73-100.

TORO, P., A. GARCÍA, C. AGUILAR, R. ACERO, et al. *Modelos econométricos para el desarrollo de funciones de producción*. Córdoba, España.: Universidad de Córdoba, 2010. 55 p.

UAEM [UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO] *Números Índice*. México: Universidad Autónoma del Estado de México, s.f.-a. p. 1-19.

UAEM [UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO] *Series de tiempo*. México: UAEM, s.f.-b. p. 24.

VARIAN, H. *Microeconomía intermedia: Un enfoque actual*. 8 ed. España: Antoni Bosch, 2011. 818 p.

VERA, D. Agricultura y Empleo Rural Agropecuario en Bolivia: Consecuencias del control de precios en el sector agropecuario. In *Facultad de Economía y Negocios*. Chile: Univesidad de Chile, 2011, p. 1-18.

VERA, D. Agricultura y empleo rural agropecuario en Bolivia: Consecuencias del control de precios en el sector agropecuario. In *LAJED*. Chile: Universidad de Chile., 2012, vol. 17, p. 113-134.

VILLAVICENCIO, J. *Introducción a series de tiempo*. [s.l.]: EI, s.f. 31 p.

VISAUTA, B. *Análisis estadístico con SPSS para Windows*. España: McGraw-Hill-Interamerica, 1997. 304 p.

VIVAS, E. *Economía Agraria*. Managua: UNA, 2010. 242 p.

ZUBIETA, C. y M. MARTÍNEZ *Números índice*. México: Azcapotzalpo, 2003. 76 p.

ANEXOS

Anexo 1. IPC general, IPC de alimentos y bebidas, IPC alimentos consumidos en el hogar, IPC legumbres, hortalizas y tubérculos e IPC frutas

| ID | Gestión | Mes-año | IPC | IPC alimentos y bebidas | IPC alimentos consumidos en el hogar | IPC legumbres hortalizas y tubérculos | IPC frutas |
|----|---------|---------|--------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| 1 | 2008 | 07-2008 | 111.61 | 120.55 | 122.11 | 125.71 | 119.81 |
| 2 | 2008 | 08-2008 | 112.52 | 121.64 | 123.28 | 121.56 | 119.69 |
| 3 | 2008 | 09-2008 | 113.36 | 123.43 | 125.23 | 118.99 | 119.63 |
| 4 | 2008 | 10-2008 | 113.83 | 124.19 | 125.94 | 123.33 | 120.52 |
| 5 | 2008 | 11-2008 | 114.18 | 124.31 | 125.89 | 127.97 | 121.84 |
| 6 | 2008 | 12-2008 | 114.63 | 124.78 | 126.32 | 127.48 | 123.40 |
| 7 | 2008 | 01-2009 | 114.81 | 124.82 | 126.39 | 130.59 | 126.30 |
| 8 | 2008 | 02-2009 | 114.97 | 124.53 | 126.05 | 132.88 | 131.08 |
| 9 | 2008 | 03-2009 | 114.30 | 122.19 | 123.54 | 123.70 | 139.57 |
| 10 | 2008 | 04-2009 | 113.52 | 119.55 | 120.67 | 118.15 | 127.88 |
| 11 | 2008 | 05-2009 | 113.25 | 118.40 | 119.46 | 117.15 | 118.25 |
| 12 | 2008 | 06-2009 | 113.23 | 118.60 | 119.69 | 117.48 | 118.49 |
| 13 | 2009 | 07-2009 | 113.13 | 117.98 | 119.03 | 118.52 | 121.07 |
| 14 | 2009 | 08-2009 | 113.67 | 119.45 | 120.60 | 123.72 | 122.62 |
| 15 | 2009 | 09-2009 | 113.88 | 120.12 | 121.36 | 126.03 | 126.69 |
| 16 | 2009 | 10-2009 | 114.25 | 121.41 | 122.75 | 131.96 | 128.52 |
| 17 | 2009 | 11-2009 | 114.09 | 120.41 | 121.67 | 129.11 | 130.53 |
| 18 | 2009 | 12-2009 | 114.35 | 120.64 | 121.91 | 129.79 | 131.72 |
| 19 | 2009 | 01-2010 | 114.21 | 120.12 | 121.36 | 129.13 | 132.07 |
| 20 | 2009 | 02-2010 | 114.27 | 120.05 | 121.23 | 123.46 | 136.11 |
| 21 | 2009 | 03-2010 | 114.04 | 119.19 | 120.32 | 116.57 | 135.51 |
| 22 | 2009 | 04-2010 | 114.06 | 118.89 | 119.94 | 113.37 | 139.89 |
| 23 | 2009 | 05-2010 | 114.27 | 119.07 | 120.11 | 114.95 | 137.22 |
| 24 | 2009 | 06-2010 | 114.53 | 119.33 | 120.40 | 121.38 | 129.53 |
| 25 | 2010 | 07-2010 | 115.35 | 120.52 | 121.71 | 125.17 | 127.88 |
| 26 | 2010 | 08-2010 | 116.25 | 122.84 | 124.13 | 132.48 | 125.46 |
| 27 | 2010 | 09-2010 | 117.12 | 125.12 | 126.53 | 135.52 | 132.89 |
| 28 | 2010 | 10-2010 | 118.56 | 128.75 | 130.38 | 140.54 | 140.66 |
| 29 | 2010 | 11-2010 | 119.93 | 131.58 | 133.30 | 145.55 | 143.22 |
| 30 | 2010 | 12-2010 | 122.33 | 133.94 | 135.76 | 147.74 | 147.83 |
| 31 | 2010 | 01-2011 | 124.47 | 137.20 | 138.90 | 152.03 | 154.82 |

| | | | | | | | |
|----|------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 32 | 2010 | 02-2011 | 126.59 | 141.43 | 143.17 | 162.99 | 156.85 |
| 33 | 2010 | 03-2011 | 127.51 | 143.15 | 145.01 | 162.06 | 187.43 |
| 34 | 2010 | 04-2011 | 127.45 | 141.95 | 143.55 | 151.30 | 178.91 |
| 35 | 2010 | 05-2011 | 127.87 | 141.81 | 143.27 | 152.21 | 168.76 |
| 36 | 2010 | 06-2011 | 128.13 | 141.25 | 142.59 | 156.01 | 164.25 |
| 37 | 2011 | 07-2011 | 128.50 | 141.22 | 142.54 | 154.09 | 168.24 |
| 38 | 2011 | 08-2011 | 129.24 | 141.97 | 143.34 | 152.90 | 171.94 |
| 39 | 2011 | 09-2011 | 129.56 | 142.32 | 143.67 | 154.63 | 174.23 |
| 40 | 2011 | 10-2011 | 130.36 | 144.21 | 145.60 | 162.81 | 181.62 |
| 41 | 2011 | 11-2011 | 131.01 | 144.97 | 146.32 | 166.13 | 181.78 |
| 42 | 2011 | 12-2011 | 131.71 | 144.91 | 146.22 | 164.83 | 184.99 |
| 43 | 2011 | 01-2012 | 132.45 | 144.81 | 146.08 | 164.58 | 193.14 |
| 44 | 2011 | 02-2012 | 133.11 | 145.55 | 146.88 | 165.25 | 191.43 |
| 45 | 2011 | 03-2012 | 133.34 | 145.88 | 147.15 | 166.16 | 185.13 |
| 46 | 2011 | 04-2012 | 133.44 | 145.41 | 146.54 | 168.30 | 189.82 |
| 47 | 2011 | 05-2012 | 134.07 | 146.70 | 147.79 | 171.38 | 187.74 |
| 48 | 2011 | 06-2012 | 134.33 | 146.63 | 147.59 | 171.08 | 185.26 |
| 49 | 2012 | 07-2012 | 134.59 | 146.78 | 147.74 | 173.16 | 185.51 |
| 50 | 2012 | 08-2012 | 135.48 | 149.61 | 150.80 | 186.70 | 192.48 |
| 51 | 2012 | 09-2012 | 136.07 | 150.24 | 151.47 | 188.42 | 194.14 |
| 52 | 2012 | 10-2012 | 137.12 | 151.08 | 152.42 | 186.84 | 195.54 |
| 53 | 2012 | 11-2012 | 137.41 | 151.70 | 153.06 | 188.80 | 194.86 |
| 54 | 2012 | 12-2012 | 138.33 | 152.91 | 154.38 | 192.80 | 199.67 |
| 55 | 2012 | 01-2013 | 139.10 | 153.90 | 155.46 | 195.27 | 206.84 |
| 56 | 2012 | 02-2013 | 139.82 | 154.86 | 156.49 | 198.07 | 211.89 |
| 57 | 2012 | 03-2013 | 140.32 | 154.73 | 156.33 | 193.62 | 213.69 |
| 58 | 2012 | 04-2013 | 140.41 | 153.59 | 155.07 | 190.73 | 210.64 |
| 59 | 2012 | 05-2013 | 140.96 | 154.40 | 155.96 | 190.11 | 208.46 |
| 60 | 2012 | 06-2013 | 141.69 | 155.43 | 157.08 | 193.36 | 205.36 |
| 61 | 2013 | 07-2013 | 143.02 | 157.62 | 159.46 | 199.98 | 207.58 |
| 62 | 2013 | 08-2013 | 144.33 | 160.80 | 162.91 | 211.64 | 210.67 |
| 63 | 2013 | 09-2013 | 145.70 | 164.68 | 167.13 | 230.11 | 212.74 |
| 64 | 2013 | 10-2013 | 147.21 | 168.26 | 171.02 | 248.15 | 217.25 |
| 65 | 2013 | 11-2013 | 147.60 | 168.22 | 171.00 | 248.57 | 218.45 |
| 66 | 2013 | 12-2013 | 148.31 | 168.80 | 171.60 | 246.38 | 224.58 |
| 67 | 2013 | 01-2014 | 149.02 | 168.83 | 171.62 | 241.56 | 233.19 |
| 68 | 2013 | 02-2014 | 150.02 | 170.33 | 173.19 | 240.47 | 267.08 |
| 69 | 2013 | 03-2014 | 149.56 | 168.31 | 171.02 | 227.82 | 260.83 |
| 70 | 2013 | 04-2014 | 149.61 | 168.37 | 171.08 | 226.77 | 254.91 |
| 71 | 2013 | 05-2014 | 149.92 | 168.24 | 170.93 | 233.16 | 234.22 |
| 72 | 2013 | 06-2014 | 151.95 | 172.86 | 175.91 | 249.40 | 236.42 |

Fuente:INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017c)

Anexo 2. Calendario agrícola por mes de cosecha en las parcelas de los cultivos anuales y permanentes (en porcentajes)

| No | Mes | % Cosecha banano | % Cosecha papa | % Cosecha tomate |
|-------|------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | Julio | 4.81% | - | - |
| 2 | Agosto | 6.95% | 0.09% | 3.45% |
| 3 | Septiembre | 8.56% | 0.26% | 3.45% |
| 4 | Octubre | 14.44% | 0.44% | 13.79% |
| 5 | Noviembre | 10.70% | 1.04% | 13.79% |
| 6 | Diciembre | 2.67% | 2.09% | - |
| 7 | Enero | 3.21% | 4.87% | 3.45% |
| 8 | Febrero | 8.02% | 7.31% | 13.79% |
| 9 | Marzo | 13.90% | 10.62% | 13.79% |
| 10 | Abril | 10.16% | 22.54% | 24.14% |
| 11 | Mayo | 5.35% | 48.65% | 3.45% |
| 12 | Junio | 11.23% | 2.09% | 6.90% |
| Total | | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

Fuente: INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017b)

Anexo 3. Producción, precio mayorista y precio promedio (nominal y real) por año agrícola de papa – Departamento de La Paz

| Gestión | Mes-año | Producción (t) | Precio mayorista nominal (Bs./@) | Precio promedio nominal (Bs./@) | Precio mayorista real (Bs./@) | Precio promedio real (Bs./@) |
|---------|---------|-------------------|---|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| 2008 | 08-2008 | 273.58 | 31.78 | 39.91 | 28.24 | 35.47 |
| 2008 | 09-2008 | 790.34 | 32.49 | 39.33 | 28.66 | 34.69 |
| 2008 | 10-2008 | 1337.49 | 37.72 | 42.31 | 33.14 | 37.17 |
| 2008 | 11-2008 | 3161.34 | 38.96 | 45.76 | 34.12 | 40.08 |
| 2008 | 12-2008 | 6353.08 | 40.47 | 45.43 | 35.30 | 39.63 |
| 2008 | 01-2009 | 14803.58 | 33.12 | 42.23 | 28.85 | 36.78 |
| 2008 | 02-2009 | 22220.57 | 29.48 | 38.15 | 25.64 | 33.18 |
| 2008 | 03-2009 | 32282.15 | 28.14 | 34.7 | 24.62 | 30.36 |
| 2008 | 04-2009 | 68515.97 | 23.96 | 32.27 | 21.11 | 28.43 |
| 2008 | 05-2009 | 147883.84 | 24.66 | 31.99 | 21.77 | 28.25 |
| 2008 | 06-2009 | 6353.08 | 23.86 | 32 | 21.07 | 28.26 |
| 2009 | 08-2009 | 274.74 | 25.91 | 32.1 | 22.79 | 28.24 |
| 2009 | 09-2009 | 793.70 | 24.66 | 30.27 | 21.65 | 26.58 |
| 2009 | 10-2009 | 1343.19 | 28.66 | 32.28 | 25.09 | 28.25 |
| 2009 | 11-2009 | 3174.82 | 30.13 | 36.3 | 26.41 | 31.82 |
| 2009 | 12-2009 | 6380.16 | 30.68 | 37.53 | 26.83 | 32.82 |
| 2009 | 01-2010 | 14866.70 | 31.60 | 36.48 | 27.67 | 31.94 |
| 2009 | 02-2010 | 22315.31 | 25.32 | 32.85 | 22.16 | 28.75 |
| 2009 | 03-2010 | 32419.78 | 19.38 | 29.37 | 16.99 | 25.75 |

| | | | | | | |
|------|---------|------------|-------|-------|-------|-------|
| 2009 | 04-2010 | 68808.08 | 19.36 | 27.89 | 16.97 | 24.45 |
| 2009 | 05-2010 | 148514.34 | 20.43 | 27.03 | 17.88 | 23.65 |
| 2009 | 06-2010 | 6380.16 | 21.28 | 27.66 | 18.58 | 24.15 |
| 2010 | 08-2010 | 268.79 | 31.92 | 35.64 | 27.46 | 30.66 |
| 2010 | 09-2010 | 776.50 | 40.56 | 41.62 | 34.63 | 35.54 |
| 2010 | 10-2010 | 1314.08 | 43.37 | 46.93 | 36.58 | 39.58 |
| 2010 | 11-2010 | 3106.00 | 40.82 | 49.38 | 34.04 | 41.17 |
| 2010 | 12-2010 | 6241.87 | 45.83 | 51 | 37.46 | 41.69 |
| 2010 | 01-2011 | 14544.45 | 39.30 | 47.14 | 31.57 | 37.87 |
| 2010 | 02-2011 | 21831.61 | 40.82 | 47.91 | 32.25 | 37.85 |
| 2010 | 03-2011 | 31717.05 | 35.79 | 43.68 | 28.07 | 34.26 |
| 2010 | 04-2011 | 67316.61 | 29.14 | 38.02 | 22.86 | 29.83 |
| 2010 | 05-2011 | 145295.17 | 31.94 | 37.19 | 24.98 | 29.08 |
| 2010 | 06-2011 | 6241.87 | 32.77 | 38.18 | 25.58 | 29.80 |
| 2011 | 08-2011 | 301.04 | 36.19 | 42.18 | 28.00 | 32.64 |
| 2011 | 09-2011 | 869.67 | 38.16 | 43.5 | 29.45 | 33.58 |
| 2011 | 10-2011 | 1471.76 | 42.01 | 46.13 | 32.23 | 35.39 |
| 2011 | 11-2011 | 3478.70 | 39.70 | 46.13 | 30.30 | 35.21 |
| 2011 | 12-2011 | 6990.84 | 36.69 | 44.85 | 27.86 | 34.05 |
| 2011 | 01-2012 | 16289.66 | 30.82 | 39.94 | 23.27 | 30.15 |
| 2011 | 02-2012 | 24451.22 | 29.49 | 36.75 | 22.15 | 27.61 |
| 2011 | 03-2012 | 35522.84 | 25.71 | 34.81 | 19.28 | 26.11 |
| 2011 | 04-2012 | 75394.05 | 24.33 | 32.87 | 18.23 | 24.63 |
| 2011 | 05-2012 | 162729.39 | 23.22 | 33.21 | 17.32 | 24.77 |
| 2011 | 06-2012 | 6990.84 | 23.73 | 34.03 | 17.67 | 25.33 |
| 2012 | 08-2012 | 288.82 | 24.94 | 36.14 | 18.41 | 26.68 |
| 2012 | 09-2012 | 834.38 | 27.03 | 35.71 | 19.86 | 26.24 |
| 2012 | 10-2012 | 1412.03 | 33.40 | 38.05 | 24.36 | 27.75 |
| 2012 | 11-2012 | 3337.52 | 40.03 | 42.41 | 29.13 | 30.86 |
| 2012 | 12-2012 | 6707.12 | 43.45 | 46 | 31.41 | 33.25 |
| 2012 | 01-2013 | 15628.56 | 37.53 | 44.28 | 26.98 | 31.83 |
| 2012 | 02-2013 | 23458.89 | 31.03 | 39.52 | 22.19 | 28.26 |
| 2012 | 03-2013 | 34081.17 | 27.15 | 35.14 | 19.35 | 25.04 |
| 2012 | 04-2013 | 72334.24 | 25.28 | 32.55 | 18.00 | 23.18 |
| 2012 | 05-2013 | 156125.15 | 25.88 | 32.62 | 18.36 | 23.14 |
| 2012 | 06-2013 | 6707.12 | 26.83 | 33.83 | 18.94 | 23.88 |
| 2013 | 08-2013 | 304.36 | 45.40 | 41.82 | 31.46 | 28.98 |
| 2013 | 09-2013 | 879.25 | 49.99 | 52.64 | 34.31 | 36.13 |
| 2013 | 10-2013 | 1487.97 | 64.21 | 65.06 | 43.62 | 44.20 |
| 2013 | 11-2013 | 3517.01 | 51.47 | 64.41 | 34.87 | 43.64 |
| 2013 | 12-2013 | 7067.8366 | 42.55 | 58.39 | 28.69 | 39.37 |
| 2013 | 01-2014 | 16469.0738 | 35.71 | 50.51 | 23.96 | 33.89 |
| 2013 | 02-2014 | 24720.5194 | 37.56 | 46.42 | 25.04 | 30.94 |
| 2013 | 03-2014 | 35914.0788 | 31.92 | 41.47 | 21.34 | 27.73 |
| 2013 | 04-2014 | 76224.4196 | 31.18 | 40.74 | 20.84 | 27.23 |
| 2013 | 05-2014 | 164521.651 | 38.02 | 45.4 | 25.36 | 30.28 |
| 2013 | 06-2014 | 7067.8366 | 39.33 | 47.66 | 25.88 | 31.37 |

Fuente: INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017b); INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017d); OAP [Observatorio Agroambiental y Productivo] (2017).

Anexo 4. Estadística descriptiva de la producción por gestión y mensual de papa

| Estadístico | Anual | Mensual |
|---------------------------|--------------|----------------|
| Recuento | 6 | 66 |
| Promedio | 316913. | 28810.3 |
| Desviación Estándar | 16812.6 | 44883.9 |
| Coefficiente de Variación | 5.30511% | 155.791% |
| Mínimo | 298654. | 268.79 |
| Máximo | 338174. | 164522. |
| Rango | 39520.0 | 164253. |
| Sesgo Estandarizado | 0.332897 | 6.85679 |
| Curtosis Estandarizada | -1.12057 | 5.48229 |

Anexo 5. Ajuste de regresión lineal para la producción de papa

Dependent Variable: PRO

Method: Least Squares

Date: 11/12/17 Time: 07:30

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| GESTION | 7250.371 | 2654.856 | 2.730985 | 0.0524 |
| C | -14259959 | 5337589. | -2.671610 | 0.0557 |
| R-squared | 0.650907 | Mean dependent var | | 316913.2 |
| Adjusted R-squared | 0.563634 | S.D. dependent var | | 16812.59 |
| S.E. of regression | 11106.06 | Akaike info criterion | | 21.72957 |
| Sum squared resid | 4.93E+08 | Schwarz criterion | | 21.66016 |
| Log likelihood | -63.18871 | Hannan-Quinn criter. | | 21.45170 |
| F-statistic | 7.458279 | Durbin-Watson stat | | 3.199910 |
| Prob(F-statistic) | 0.052390 | | | |

Anexo 6. Ajuste de regresión logarítmico para la producción de papa

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 11/12/17 Time: 08:37
 Sample: 2008 2013
 Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| LOG(GESTION) | 14575874 | 5338262. | 2.730453 | 0.0524 |
| C | -1.11E+08 | 40603559 | -2.722648 | 0.0528 |
| R-squared | 0.650819 | Mean dependent var | | 316913.2 |
| Adjusted R-squared | 0.563524 | S.D. dependent var | | 16812.59 |
| S.E. of regression | 11107.47 | Akaike info criterion | | 21.72982 |
| Sum squared resid | 4.94E+08 | Schwarz criterion | | 21.66041 |
| Log likelihood | -63.18947 | Hannan-Quinn criter. | | 21.45196 |
| F-statistic | 7.455374 | Durbin-Watson stat | | 3.199459 |
| Prob(F-statistic) | 0.052418 | | | |

Anexo 7. Ajuste de regresión inverso para la producción de papa

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 11/12/17 Time: 08:39
 Sample: 2008 2013
 Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1/GESTION | -2.93E+10 | 1.07E+10 | -2.729920 | 0.0524 |
| C | 14891788 | 5338941. | 2.789278 | 0.0493 |
| R-squared | 0.650730 | Mean dependent var | | 316913.2 |
| Adjusted R-squared | 0.563413 | S.D. dependent var | | 16812.59 |
| S.E. of regression | 11108.88 | Akaike info criterion | | 21.73008 |
| Sum squared resid | 4.94E+08 | Schwarz criterion | | 21.66067 |
| Log likelihood | -63.19024 | Hannan-Quinn criter. | | 21.45221 |
| F-statistic | 7.452462 | Durbin-Watson stat | | 3.199008 |
| Prob(F-statistic) | 0.052447 | | | |

Anexo 8. Ajuste de regresión potencial para la producción de papa

Dependent Variable: LOG(PRO)

Method: Least Squares

Date: 11/12/17 Time: 08:41

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| LOG(GESTION) | 45.74011 | 16.78881 | 2.724441 | 0.0527 |
| C | -335.2404 | 127.6980 | -2.625260 | 0.0585 |
| R-squared | 0.649816 | Mean dependent var | | 12.66522 |
| Adjusted R-squared | 0.562270 | S.D. dependent var | | 0.052800 |
| S.E. of regression | 0.034933 | Akaike info criterion | | -3.609572 |
| Sum squared resid | 0.004881 | Schwarz criterion | | -3.678986 |
| Log likelihood | 12.82872 | Hannan-Quinn criter. | | -3.887440 |
| F-statistic | 7.422578 | Durbin-Watson stat | | 3.183461 |
| Prob(F-statistic) | 0.052745 | | | |

Anexo 9. Ajuste de regresión exponencial para la producción de papa

Dependent Variable: LOG(PRO)

Method: Least Squares

Date: 11/12/17 Time: 08:43

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| GESTION | 0.022752 | 0.008350 | 2.724969 | 0.0527 |
| C | -33.07802 | 16.78671 | -1.970489 | 0.1201 |
| R-squared | 0.649904 | Mean dependent var | | 12.66522 |
| Adjusted R-squared | 0.562381 | S.D. dependent var | | 0.052800 |
| S.E. of regression | 0.034929 | Akaike info criterion | | -3.609824 |
| Sum squared resid | 0.004880 | Schwarz criterion | | -3.679237 |
| Log likelihood | 12.82947 | Hannan-Quinn criter. | | -3.887692 |
| F-statistic | 7.425453 | Durbin-Watson stat | | 3.183910 |
| Prob(F-statistic) | 0.052716 | | | |

**Anexo 10. Estadística descriptiva IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg, IPMr e IPVr de la papa
(2008-2013)**

| | IPC | IPCal | IPCalco | IPCleg | IPMr | IPVr |
|---------------------------|------------|--------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| Recuento | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| Promedio | 128.439 | 140.57 | 142.179 | 164.757 | 91.6889 | 88.3986 |
| Desviación Estándar | 12.9811 | 17.344 | 17.7402 | 40.8378 | 21.3345 | 15.1043 |
| Coefficiente de Variación | 10.11% | 12.34% | 12.48% | 24.79% | 23.27% | 17.09% |
| Mínimo | 112.52 | 118.4 | 119.46 | 113.37 | 60.1 | 65.24 |
| Máximo | 151.95 | 172.86 | 175.91 | 249.4 | 154.43 | 124.6 |
| Rango | 39.43 | 54.46 | 56.45 | 136.03 | 94.33 | 59.36 |
| Sesgo Estandarizado | 0.81927 | 0.786512 | 0.922166 | 2.23755 | 1.60575 | 1.67222 |
| Curtosis Estandarizada | -2.20089 | -1.98415 | -1.86843 | -1.02995 | -0.377426 | -0.806237 |

Anexo 11. Matriz de correlación de las variables en estudio para el cultivo de papa

| Correlation Probability | PRO | IPC | IPCAL | IPCALCO | IPCLEG | PMR | PVR |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| PRO | 1.000000 ----- | | | | | | |
| IPC | 0.831458 0.0000 | 1.000000 ----- | | | | | |
| IPCAL | 0.810171 0.0000 | 0.994556 0.0000 | 1.000000 ----- | | | | |
| IPCALCO | 0.806562 0.0000 | 0.993108 0.0000 | 0.999775 0.0000 | 1.000000 ----- | | | |
| IPCLEG | 0.786919 0.0000 | 0.973909 0.0000 | 0.979099 0.0000 | 0.981330 0.0000 | 1.000000 ----- | | |
| PMR | 0.209597 0.0912 | 0.337734 0.0055 | 0.398343 0.0009 | 0.413285 0.0006 | 0.454382 0.0001 | 1.000000 ----- | |
| PVR | 0.270236 0.0282 | 0.371751 0.0021 | 0.419759 0.0005 | 0.434198 0.0003 | 0.465273 0.0001 | 0.899510 0.0000 | 1.000000 ----- |

Anexo 12. Estimación del modelo general para la papa

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 04/29/18 Time: 15:09
 Sample: 2008M08 2014M06
 Included observations: 66

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| IPC | 231.8653 | 97.20512 | 2.385320 | 0.0203 |
| IPCAL | 372.0084 | 521.9246 | 0.712763 | 0.4788 |
| IPCALCO | 479.4157 | 498.7389 | 0.961256 | 0.3403 |
| IPCLEG | 0.352119 | 15.21196 | 0.023147 | 0.9816 |
| PMR | 3.858118 | 31.52042 | 0.122401 | 0.9030 |
| PVR | 20.46038 | 25.28963 | 0.809042 | 0.4217 |
| C | 11592.59 | 3736.026 | 3.102922 | 0.0029 |
| R-squared | 0.726565 | Mean dependent var | | 26352.01 |
| Adjusted R-squared | 0.698758 | S.D. dependent var | | 1288.882 |
| S.E. of regression | 707.4088 | Akaike info criterion | | 16.06110 |
| Sum squared resid | 29525202 | Schwarz criterion | | 16.29333 |
| Log likelihood | -523.0162 | Hannan-Quinn criter. | | 16.15287 |
| F-statistic | 26.12895 | Durbin-Watson stat | | 0.367478 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

Anexo 13. Selección de modelos para la papa – Análisis de varianza

| Modelo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | |
|--------|-------------------|---------------|------------------|--------------|---------|-------------------|
| 1 | Regresión | 74648400.047 | 1 | 74648400.047 | 143.337 | .000 ^b |
| | Residuo | 33330626.328 | 64 | 520791.036 | | |
| | Total | 107979026.375 | 65 | | | |
| 2 | Regresión | 77535664.031 | 2 | 38767832.015 | 80.227 | .000 ^c |
| | Residuo | 30443362.345 | 63 | 483227.974 | | |
| | Total | 107979026.375 | 65 | | | |

a. Variable dependiente: Pro

b. Predictores: (Constante), IPC

c. Predictores: (Constante), IPC, IPCalco

Anexo 14. Coeficientes de la selección de modelos para la papa

| Modelo | | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|--------|-------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------|
| | | B | Error estándar | Beta | | |
| 1 | (Constante) | 15748.730 | 890.093 | | 17.693 | .000 |
| | IPC | 82.555 | 6.895 | .831 | 11.972 | .000 |
| 2 | (Constante) | 12490.981 | 1584.727 | | 7.882 | .000 |
| | IPC | 220.126 | 56.671 | 2.217 | 3.884 | .000 |
| | IPCalco | 101.363 | 41.468 | 1.395 | 2.444 | .017 |

a. Variable dependiente: Pro

Anexo 15. Variables excluidas en la selección de modelos para la papa

| Modelo | | En beta | t | Sig. | Correlación parcial | Estadísticas de colinealidad |
|--------|---------|--------------------|-------|------|---------------------|------------------------------|
| | | | | | | Tolerancia |
| 1 | IPCal | 1.544 ^b | 2.401 | .019 | .290 | .011 |
| | IPCalco | 1.395 ^b | 2.444 | .017 | .294 | .014 |
| | IPCleg | .444 ^b | 1.462 | .149 | .181 | .052 |
| | PMr | .080 ^b | 1.091 | .279 | .136 | .886 |
| | PVr | .045 ^b | .600 | .551 | .075 | .862 |
| 2 | IPCal | .332 ^c | .077 | .938 | .010 | .000 |
| | IPCleg | .085 ^c | .241 | .810 | .031 | .037 |
| | PMr | .084 ^c | .838 | .406 | .106 | .444 |
| | PVr | .094 ^c | 1.042 | .302 | .131 | .554 |

a. Variable dependiente: Pro

b. Predictores en el modelo: (Constante), IPC

c. Predictores en el modelo: (Constante), IPC, IPCalco

Anexo 16. Prueba de Ramsey para especificar el modelo de la papa

Ramsey RESET Test
 Equation: EQ02
 Specification: PRO IPC IPCALCO C
 Omitted Variables: Squares of fitted values

| | Value | df | Probability |
|------------------|----------|---------|-------------|
| t-statistic | 0.233577 | 62 | 0.8161 |
| F-statistic | 0.054558 | (1, 62) | 0.8161 |
| Likelihood ratio | 0.058053 | 1 | 0.8096 |

F-test summary:

| | Sum of Sq. | df | Mean Squares |
|------------------|------------|----|--------------|
| Test SSR | 26765.79 | 1 | 26765.79 |
| Restricted SSR | 30443362 | 63 | 483228.0 |
| Unrestricted SSR | 30416597 | 62 | 490590.3 |

LR test summary:

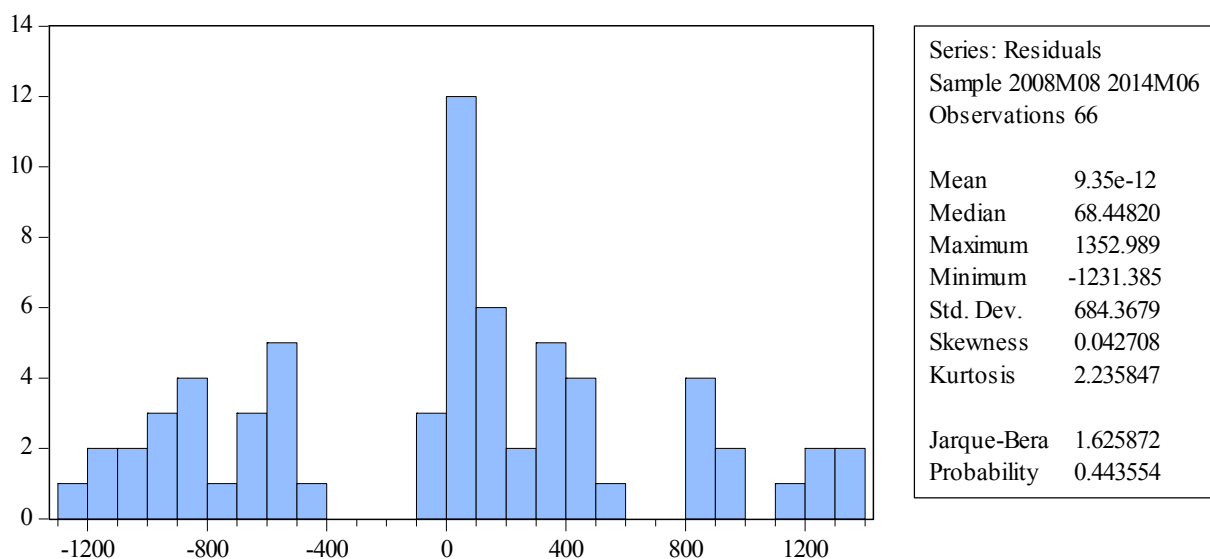
| | Value |
|-------------------|-----------|
| Restricted LogL | -524.0268 |
| Unrestricted LogL | -523.9978 |

Unrestricted Test Equation:
 Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 19/12/17 Time: 06:07
 Sample: 2008M08 2014M06
 Included observations: 66

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| IPC | 64.69154 | 1220.706 | 0.052995 | 0.9579 |
| IPCALCO | 28.71399 | 558.4573 | 0.051417 | 0.9592 |
| C | 13334.76 | 3949.583 | 3.376245 | 0.0013 |
| FITTED^2 | 2.48E-05 | 0.000106 | 0.233577 | 0.8161 |

| | | | |
|--------------------|-----------|-----------------------|----------|
| R-squared | 0.718310 | Mean dependent var | 26352.01 |
| Adjusted R-squared | 0.704680 | S.D. dependent var | 1288.882 |
| S.E. of regression | 700.4215 | Akaike info criterion | 15.99993 |
| Sum squared resid | 30416597 | Schwarz criterion | 16.13264 |
| Log likelihood | -523.9978 | Hannan-Quinn criter. | 16.05237 |
| F-statistic | 52.70007 | Durbin-Watson stat | 0.349231 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

Anexo 17. Prueba de normalidad de residuos del modelo de la papa



Anexo 18. Producción, precio mayorista y precio promedio (nominal y real) por año agrícola de banano – Departamento de La Paz

| Gestión | Mes-año | Producción (t) | Precio mayorista nominal (Bs./25 unidades) | Precio promedio nominal (Bs./unidad) | Precio mayorista real (Bs./25 unidades) | Precio promedio real (Bs./unidad) |
|---------|---------|----------------|--|--------------------------------------|---|-----------------------------------|
| 2008 | 07-2008 | 1580.95 | 4.15 | 0.23 | 3.72 | 0.21 |
| 2008 | 08-2008 | 2284.33 | 4.00 | 0.23 | 3.55 | 0.20 |
| 2008 | 09-2008 | 2813.50 | 4.02 | 0.23 | 3.55 | 0.20 |
| 2008 | 10-2008 | 4746.14 | 4.13 | 0.23 | 3.63 | 0.20 |
| 2008 | 11-2008 | 3516.88 | 4.08 | 0.23 | 3.57 | 0.20 |
| 2008 | 12-2008 | 877.58 | 4.02 | 0.23 | 3.51 | 0.20 |
| 2008 | 01-2009 | 1055.06 | 4.00 | 0.24 | 3.48 | 0.21 |
| 2008 | 02-2009 | 2636.01 | 4.00 | 0.25 | 3.48 | 0.22 |
| 2008 | 03-2009 | 4568.65 | 4.00 | 0.26 | 3.50 | 0.23 |
| 2008 | 04-2009 | 3339.39 | 4.00 | 0.26 | 3.52 | 0.23 |
| 2008 | 05-2009 | 1758.44 | 4.00 | 0.27 | 3.53 | 0.24 |
| 2008 | 06-2009 | 3691.08 | 4.00 | 0.28 | 3.53 | 0.25 |
| 2009 | 07-2009 | 1978.55 | 4.00 | 0.29 | 3.54 | 0.26 |
| 2009 | 08-2009 | 2858.81 | 4.00 | 0.29 | 3.52 | 0.26 |
| 2009 | 09-2009 | 3521.07 | 5.43 | 0.31 | 4.77 | 0.27 |
| 2009 | 10-2009 | 5939.75 | 6.40 | 0.31 | 5.60 | 0.27 |

| | | | | | | |
|------|---------|---------|------|------|------|------|
| 2009 | 11-2009 | 4401.34 | 6.25 | 0.32 | 5.48 | 0.28 |
| 2009 | 12-2009 | 1098.28 | 6.25 | 0.32 | 5.47 | 0.28 |
| 2009 | 01-2010 | 1320.40 | 6.25 | 0.31 | 5.47 | 0.27 |
| 2009 | 02-2010 | 3298.95 | 6.25 | 0.30 | 5.47 | 0.26 |
| 2009 | 03-2010 | 5717.63 | 6.25 | 0.31 | 5.48 | 0.27 |
| 2009 | 04-2010 | 4179.21 | 6.25 | 0.32 | 5.48 | 0.28 |
| 2009 | 05-2010 | 2200.67 | 6.25 | 0.33 | 5.47 | 0.29 |
| 2009 | 06-2010 | 4619.35 | 6.25 | 0.33 | 5.46 | 0.29 |
| 2010 | 07-2010 | 2703.89 | 6.25 | 0.32 | 5.42 | 0.28 |
| 2010 | 08-2010 | 3906.87 | 6.25 | 0.30 | 5.38 | 0.26 |
| 2010 | 09-2010 | 4811.92 | 6.25 | 0.31 | 5.34 | 0.26 |
| 2010 | 10-2010 | 8117.30 | 6.25 | 0.32 | 5.27 | 0.27 |
| 2010 | 11-2010 | 6014.90 | 6.25 | 0.32 | 5.21 | 0.27 |
| 2010 | 12-2010 | 1500.91 | 6.25 | 0.32 | 5.11 | 0.26 |
| 2010 | 01-2011 | 1804.47 | 6.25 | 0.32 | 5.02 | 0.26 |
| 2010 | 02-2011 | 4508.36 | 6.33 | 0.32 | 5.00 | 0.25 |
| 2010 | 03-2011 | 7813.75 | 6.43 | 0.35 | 5.04 | 0.27 |
| 2010 | 04-2011 | 5711.34 | 6.25 | 0.35 | 4.90 | 0.27 |
| 2010 | 05-2011 | 3007.45 | 6.25 | 0.33 | 4.89 | 0.26 |
| 2010 | 06-2011 | 6312.83 | 6.25 | 0.33 | 4.88 | 0.26 |
| 2011 | 07-2011 | 2668.83 | 6.39 | 0.34 | 4.97 | 0.26 |
| 2011 | 08-2011 | 3856.21 | 6.37 | 0.34 | 4.93 | 0.26 |
| 2011 | 09-2011 | 4749.52 | 6.67 | 0.34 | 5.15 | 0.26 |
| 2011 | 10-2011 | 8012.03 | 6.57 | 0.35 | 5.04 | 0.27 |
| 2011 | 11-2011 | 5936.90 | 6.65 | 0.35 | 5.08 | 0.27 |
| 2011 | 12-2011 | 1481.45 | 6.48 | 0.35 | 4.92 | 0.27 |
| 2011 | 01-2012 | 1781.07 | 6.39 | 0.36 | 4.82 | 0.27 |
| 2011 | 02-2012 | 4449.90 | 6.76 | 0.35 | 5.08 | 0.26 |
| 2011 | 03-2012 | 7712.42 | 6.81 | 0.34 | 5.11 | 0.25 |
| 2011 | 04-2012 | 5637.28 | 6.48 | 0.34 | 4.86 | 0.25 |
| 2011 | 05-2012 | 2968.45 | 6.34 | 0.34 | 4.73 | 0.25 |
| 2011 | 06-2012 | 6230.97 | 6.25 | 0.34 | 4.65 | 0.25 |
| 2012 | 07-2012 | 2838.43 | 6.36 | 0.33 | 4.73 | 0.25 |
| 2012 | 08-2012 | 4101.26 | 6.81 | 0.35 | 5.03 | 0.26 |
| 2012 | 09-2012 | 5051.34 | 6.33 | 0.35 | 4.65 | 0.26 |
| 2012 | 10-2012 | 8521.19 | 6.46 | 0.34 | 4.71 | 0.25 |
| 2012 | 11-2012 | 6314.18 | 6.47 | 0.34 | 4.71 | 0.25 |
| 2012 | 12-2012 | 1575.59 | 6.65 | 0.34 | 4.81 | 0.25 |
| 2012 | 01-2013 | 1894.25 | 6.88 | 0.34 | 4.95 | 0.24 |
| 2012 | 02-2013 | 4732.68 | 6.88 | 0.34 | 4.92 | 0.24 |
| 2012 | 03-2013 | 8202.53 | 6.88 | 0.33 | 4.90 | 0.24 |
| 2012 | 04-2013 | 5995.52 | 7.03 | 0.33 | 5.01 | 0.24 |
| 2012 | 05-2013 | 3157.09 | 7.52 | 0.34 | 5.33 | 0.24 |
| 2012 | 06-2013 | 6626.94 | 7.41 | 0.34 | 5.23 | 0.24 |
| 2013 | 07-2013 | 3064.69 | 7.27 | 0.34 | 5.08 | 0.24 |
| 2013 | 08-2013 | 4428.19 | 6.90 | 0.34 | 4.78 | 0.24 |
| 2013 | 09-2013 | 5454.00 | 6.88 | 0.35 | 4.72 | 0.24 |
| 2013 | 10-2013 | 9200.45 | 6.81 | 0.35 | 4.63 | 0.24 |
| 2013 | 11-2013 | 6817.51 | 5.94 | 0.35 | 4.02 | 0.24 |
| 2013 | 12-2013 | 1701.19 | 5.80 | 0.34 | 3.91 | 0.23 |
| 2013 | 01-2014 | 2045.25 | 5.60 | 0.35 | 3.76 | 0.23 |

| | | | | | | |
|------|---------|---------|------|------|------|------|
| 2013 | 02-2014 | 5109.94 | 6.50 | 0.44 | 4.33 | 0.29 |
| 2013 | 03-2014 | 8856.39 | 8.15 | 0.42 | 5.45 | 0.28 |
| 2013 | 04-2014 | 6473.44 | 7.48 | 0.41 | 5.00 | 0.27 |
| 2013 | 05-2014 | 3408.75 | 7.50 | 0.39 | 5.00 | 0.26 |
| 2013 | 06-2014 | 7155.19 | 7.50 | 0.40 | 4.94 | 0.26 |

Fuente: INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017b); INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017d); OAP [Observatorio Agroambiental y Productivo] (2017).

Anexo 19. Estadística descriptiva de la producción de banano (2008-2013)

| Estadístico | Anual | Mensual |
|---------------------------|-----------|----------|
| Recuento | 6 | 72 |
| Promedio | 51404.5 | 4283,71 |
| Desviación Estándar | 11817.6 | 2172,59 |
| Coefficiente de Variación | 22.9894% | 50,7174% |
| Mínimo | 32868.0 | 877,58 |
| Máximo | 63715.0 | 9200,45 |
| Rango | 30847.0 | 8322,87 |
| Sesgo Estandarizado | -0.902994 | 1,44504 |
| Curtosis Estandarizada | -0.319831 | -1,22699 |

Anexo 20. Ajuste de regresión lineal para la producción de banano

Dependent Variable: PRO

Method: Least Squares

Date: 21/12/17 Time: 19:17

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| GESTION | 5918.200 | 1104.115 | 5.360129 | 0.0058 |
| C | -11847137 | 2219824. | -5.336970 | 0.0059 |
| R-squared | 0.877792 | Mean dependent var | | 51404.50 |
| Adjusted R-squared | 0.847240 | S.D. dependent var | | 11817.56 |
| S.E. of regression | 4618.845 | Akaike info criterion | | 19.97488 |
| Sum squared resid | 85334929 | Schwarz criterion | | 19.90547 |
| Log likelihood | -57.92464 | Hannan-Quinn criter. | | 19.69701 |
| F-statistic | 28.73098 | Durbin-Watson stat | | 1.650355 |
| Prob(F-statistic) | 0.005846 | | | |

Anexo 21. Ajuste de regresión logarítmico para la producción de banano

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 21/12/17 Time: 19:26
 Sample: 2008 2013
 Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| LOG(GESTION) | 11899755 | 2218188. | 5.364627 | 0.0058 |
| C | -90459776 | 16871849 | -5.361581 | 0.0058 |
| R-squared | 0.877971 | Mean dependent var | | 51404.50 |
| Adjusted R-squared | 0.847464 | S.D. dependent var | | 11817.56 |
| S.E. of regression | 4615.445 | Akaike info criterion | | 19.97341 |
| Sum squared resid | 85209338 | Schwarz criterion | | 19.90399 |
| Log likelihood | -57.92022 | Hannan-Quinn criter. | | 19.69554 |
| F-statistic | 28.77923 | Durbin-Watson stat | | 1.651480 |
| Prob(F-statistic) | 0.005828 | | | |

Anexo 22. Ajuste de regresión inverso para la producción de banano

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 21/12/17 Time: 19:33
 Sample: 2008 2013
 Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1/GESTION | -2.39E+10 | 4.46E+09 | -5.369130 | 0.0058 |
| C | 11952373 | 2216555. | 5.392320 | 0.0057 |
| R-squared | 0.878151 | Mean dependent var | | 51404.50 |
| Adjusted R-squared | 0.847689 | S.D. dependent var | | 11817.56 |
| S.E. of regression | 4612.046 | Akaike info criterion | | 19.97193 |
| Sum squared resid | 85083877 | Schwarz criterion | | 19.90252 |
| Log likelihood | -57.91580 | Hannan-Quinn criter. | | 19.69406 |
| F-statistic | 28.82756 | Durbin-Watson stat | | 1.652607 |
| Prob(F-statistic) | 0.005811 | | | |

Anexo 23. Ajuste de regresión potencial para la producción de banano

Dependent Variable: LOG(PRO)

Method: Least Squares

Date: 21/12/17 Time: 19:39

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| LOG(GESTION) | 251.5877 | 54.15883 | 4.645368 | 0.0097 |
| C | -1902.789 | 411.9396 | -4.619097 | 0.0099 |
| R-squared | 0.843624 | Mean dependent var | | 10.82221 |
| Adjusted R-squared | 0.804531 | S.D. dependent var | | 0.254885 |
| S.E. of regression | 0.112690 | Akaike info criterion | | -1.267155 |
| Sum squared resid | 0.050796 | Schwarz criterion | | -1.336568 |
| Log likelihood | 5.801465 | Hannan-Quinn criter. | | -1.545023 |
| F-statistic | 21.57944 | Durbin-Watson stat | | 1.383821 |
| Prob(F-statistic) | 0.009695 | | | |

Anexo 24. Ajuste de regresión exponencial para la producción de banano

Dependent Variable: LOG(PRO)

Method: Least Squares

Date: 21/12/17 Time: 19:44

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| GESTION | 0.125120 | 0.026957 | 4.641458 | 0.0097 |
| C | -240.7325 | 54.19736 | -4.441775 | 0.0113 |
| R-squared | 0.843402 | Mean dependent var | | 10.82221 |
| Adjusted R-squared | 0.804253 | S.D. dependent var | | 0.254885 |
| S.E. of regression | 0.112770 | Akaike info criterion | | -1.265734 |
| Sum squared resid | 0.050868 | Schwarz criterion | | -1.335148 |
| Log likelihood | 5.797203 | Hannan-Quinn criter. | | -1.543602 |
| F-statistic | 21.54313 | Durbin-Watson stat | | 1.383216 |
| Prob(F-statistic) | 0.009723 | | | |

**Anexo 25. Estadística descriptiva IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg, IPMr e IPVr del banano
(2008-2013)**

| | IPC | IPCal | IPCalco | IPCfru | IPMr | IPVr |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Recuento | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| Promedio | 128.1 | 140.032 | 141.617 | 170.545 | 126.687 | 122.296 |
| Desviación Estándar | 12.9376 | 17.2696 | 17.6512 | 40.7802 | 18.0372 | 10.9301 |
| Coefficiente de Variación | 10.10% | 12.33% | 12.46% | 23.91% | 14.24% | 8.94% |
| Mínimo | 111.61 | 117.98 | 119.03 | 118.25 | 93.57 | 97.37 |
| Máximo | 151.95 | 172.86 | 175.91 | 267.08 | 150.65 | 142.32 |
| Rango | 40.34 | 54.88 | 56.88 | 148.83 | 57.08 | 44.95 |
| Sesgo | | | | | | |
| Estandarizado | 0.901371 | 0.874672 | 1.01693 | 1.27492 | -2.85634 | -2.33016 |
| Curtosis | | | | | | |
| Estandarizada | -2.28439 | -2.06023 | -1.93273 | -1.54179 | -1.15655 | 0.0305608 |

Anexo 26. Matriz de correlación de las variables en estudio para la producción de banano

| Correlation Probability | PRO | IPC | IPCAL | IPCALCO | IPCFRU | PMR | PVR |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| PRO | 1.000000 ----- | | | | | | |
| IPC | 0.886187 0.0000 | 1.000000 ----- | | | | | |
| IPCAL | 0.874450 0.0000 | 0.994343 0.0000 | 1.000000 ----- | | | | |
| IPCALCO | 0.870530 0.0000 | 0.992856 0.0000 | 0.999772 0.0000 | 1.000000 ----- | | | |
| IPCFRU | 0.874390 0.0000 | 0.981030 0.0000 | 0.973167 0.0000 | 0.971738 0.0000 | 1.000000 ----- | | |
| PMR | 0.496560 0.0000 | 0.193394 0.1036 | 0.152309 0.2015 | 0.145818 0.2216 | 0.236481 0.0455 | 1.000000 ----- | |
| PVR | 0.367678 0.0015 | 0.075100 0.5307 | 0.035668 0.7661 | 0.031424 0.7933 | 0.168467 0.1572 | 0.749142 0.0000 | 1.000000 ----- |

Anexo 27. Estimación del modelo general para el banano

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 12/09/17 Time: 07:41
 Sample: 1 72
 Included observations: 72

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| IPC | 10.19267 | 31.86215 | 0.319899 | 0.7501 |
| IPCAL | 296.5723 | 114.6930 | 2.585791 | 0.0120 |
| IPCALCO | 220.7749 | 100.1678 | 2.204051 | 0.0311 |
| IPCFRU | 14.88049 | 4.607633 | -3.229530 | 0.0019 |
| PMR | 290.1185 | 74.68620 | 3.884500 | 0.0002 |
| PVR | 9959.017 | 2405.353 | 4.140356 | 0.0001 |
| C | 8628.431 | 1409.698 | 6.120767 | 0.0000 |
| R-squared | 0.926407 | Mean dependent var | 4280.253 | |
| Adjusted R-squared | 0.919614 | S.D. dependent var | 919.2579 | |
| S.E. of regression | 260.6323 | Akaike info criterion | 14.05626 | |
| Sum squared resid | 4415397. | Schwarz criterion | 14.27761 | |
| Log likelihood | 499.0255 | Hannan-Quinn criter. | 14.14438 | |
| F-statistic | 136.3726 | Durbin-Watson stat | 0.551641 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

Anexo 28. Selección de modelos para el banano – Análisis de varianza

| Modelo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | |
|--------|-------------------|--------------|------------------|--------------|---------|-------------------|
| 1 | Regresión | 47117691.563 | 1 | 47117691.563 | 256.078 | .000 ^b |
| | Residuo | 12879801.039 | 70 | 183997.158 | | |
| | Total | 59997492.602 | 71 | | | |
| 2 | Regresión | 53708330.578 | 2 | 26854165.289 | 294.624 | .000 ^c |
| | Residuo | 6289162.024 | 69 | 91147.276 | | |
| | Total | 59997492.602 | 71 | | | |
| 3 | Regresión | 54096358.750 | 3 | 18032119.583 | 207.788 | .000 ^d |
| | Residuo | 5901133.852 | 68 | 86781.380 | | |
| | Total | 59997492.602 | 71 | | | |
| 4 | Regresión | 54809542.282 | 4 | 13702385.570 | 176.960 | .000 ^e |
| | Residuo | 5187950.320 | 67 | 77432.094 | | |
| | Total | 59997492.602 | 71 | | | |
| 5 | Regresión | 55252105.799 | 5 | 11050421.160 | 153.692 | .000 ^f |
| | Residuo | 4745386.803 | 66 | 71899.800 | | |
| | Total | 59997492.602 | 71 | | | |
| 6 | Regresión | 55084588.285 | 4 | 13771147.071 | 187.805 | .000 ^g |
| | Residuo | 4912904.317 | 67 | 73326.930 | | |
| | Total | 59997492.602 | 71 | | | |

| | | | | | | |
|---|-----------|--------------|----|--------------|---------|-------------------|
| | Regresión | 55575143.546 | 5 | 11115028.709 | 165.883 | .000 ^h |
| 7 | Residuo | 4422349.056 | 66 | 67005.289 | | |
| | Total | 59997492.602 | 71 | | | |

a. Variable dependiente: Pro

b. Predictores: (Constante), IPC

c. Predictores: (Constante), IPC, PMr

d. Predictores: (Constante), IPC, PMr, PVr

e. Predictores: (Constante), IPC, PMr, PVr, IPCfru

f. Predictores: (Constante), IPC, PMr, PVr, IPCfru, IPCal

g. Predictores: (Constante), PMr, PVr, IPCfru, IPCal

h. Predictores: (Constante), PMr, PVr, IPCfru, IPCal, IPCalco

Anexo 29. Coeficientes de la selección de modelos para el banano

| Modelo | | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|---------|-------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------|
| | | B | Error estándar | Beta | | |
| 1 | (Constante) | 3785.727 | 506.575 | | 7.473 | .000 |
| | IPC | 62.966 | 3.935 | .886 | 16.002 | .000 |
| 2 | (Constante) | 5372.108 | 402.400 | | 13.350 | .000 |
| | IPC | 58.324 | 2.823 | .821 | 20.663 | .000 |
| | PMr | 463.000 | 54.449 | .338 | 8.503 | .000 |
| 3 | (Constante) | 6106.960 | 524.348 | | 11.647 | .000 |
| | IPC | 58.953 | 2.770 | .830 | 21.281 | .000 |
| | PMr | 335.274 | 80.444 | .245 | 4.168 | .000 |
| | PVr | 4983.494 | 2356.761 | .122 | 2.115 | .038 |
| 4 | (Constante) | 10157.436 | 1423.587 | | 7.135 | .000 |
| | IPC | 105.012 | 15.400 | 1.478 | 6.819 | .000 |
| | PMr | 285.097 | 77.765 | .208 | 3.666 | .000 |
| | PVr | 8656.721 | 2533.941 | .212 | 3.416 | .001 |
| | IPCfru | 14.887 | 4.905 | .660 | 3.035 | .003 |
| 5 | (Constante) | 9178.690 | 1427.387 | | 6.430 | .000 |
| | IPC | 43.896 | 28.758 | .618 | 1.526 | .132 |
| | PMr | 315.413 | 75.925 | .230 | 4.154 | .000 |
| | PVr | 9504.788 | 2465.553 | .233 | 3.855 | .000 |
| | IPCfru | 15.462 | 4.733 | .686 | 3.267 | .002 |
| 6 | (Constante) | 47.072 | 18.973 | .884 | 2.481 | .016 |
| | (Constante) | 7623.217 | 1009.354 | | 7.553 | .000 |
| | PMr | 345.790 | 73.994 | .252 | 4.673 | .000 |
| | PVr | 9015.602 | 2468.778 | .221 | 3.652 | .001 |
| | IPCfru | 12.096 | 4.229 | .537 | 2.860 | .006 |
| 7 | IPCal | 71.879 | 9.887 | 1.350 | 7.270 | .000 |
| | (Constante) | 8312.114 | 997.891 | | 8.330 | .000 |
| | PMr | 293.785 | 73.298 | .214 | 4.008 | .000 |
| | PVr | 9903.232 | 2382.653 | .243 | 4.156 | .000 |
| | IPCfru | 14.238 | 4.119 | .632 | 3.457 | .001 |
| | IPCal | 318.385 | 91.593 | 5.981 | 3.476 | .001 |
| IPCalco | 236.154 | 87.278 | 4.535 | 2.706 | .009 | |

a. Variable dependiente: Pro

Anexo 30. Variables excluidas en la selección de modelos para el banano

| Modelo | En beta | t | Sig. | Correlación parcial | Estadísticas de colinealidad | |
|--------|---------|--------------------|-------|---------------------|------------------------------|------|
| | | | | | Tolerancia | |
| 1 | IPCal | .596 ^b | 1.146 | .256 | .137 | .011 |
| | IPCalco | .655 ^b | 1.422 | .160 | .169 | .014 |
| | IPCfru | .133 ^b | .464 | .644 | .056 | .038 |
| | PMr | .338 ^b | 8.503 | .000 | .715 | .963 |
| | PVr | .303 ^b | 7.138 | .000 | .652 | .994 |
| 2 | IPCal | .705 ^c | 1.804 | .076 | .214 | .010 |
| | IPCalco | .522 ^c | 1.482 | .143 | .177 | .012 |
| | IPCfru | .305 ^c | 1.485 | .142 | .177 | .035 |
| | PVr | .122 ^c | 2.115 | .038 | .248 | .434 |
| 3 | IPCal | .827 ^d | 2.172 | .033 | .257 | .009 |
| | IPCalco | .610 ^d | 1.775 | .080 | .212 | .012 |
| | IPCfru | .660 ^d | 3.035 | .003 | .348 | .027 |
| 4 | IPCal | .884 ^e | 2.481 | .016 | .292 | .009 |
| | IPCalco | .670 ^e | 2.077 | .042 | .248 | .012 |
| 5 | IPCalco | 4.239 ^f | 2.204 | .031 | .264 | .000 |
| 6 | IPCalco | 4.535 ^g | 2.706 | .009 | .316 | .000 |
| | IPC | .618 ^g | 1.526 | .132 | .185 | .007 |
| 7 | IPC | .143 ^h | .320 | .750 | .040 | .006 |

a. Variable dependiente: Pro

b. Predictores en el modelo: (Constante), IPC

c. Predictores en el modelo: (Constante), IPC, PMr

d. Predictores en el modelo: (Constante), IPC, PMr, PVr

e. Predictores en el modelo: (Constante), IPC, PMr, PVr, IPCfru

f. Predictores en el modelo: (Constante), IPC, PMr, PVr, IPCfru, IPCal

g. Predictores en el modelo: (Constante), PMr, PVr, IPCfru, IPCal

h. Predictores en el modelo: (Constante), PMr, PVr, IPCfru, IPCal, IPCalco

Anexo 31. Prueba de Ramsey para especificar el modelo del banano

Ramsey RESET Test

Equation: EQ02

Specification: PRO IPCAL IPCALCO IPCFRU PMR PVR C

Omitted Variables: Squares of fitted values

| | Value | df | Probability |
|------------------|----------|---------|-------------|
| t-statistic | 3.973342 | 65 | 0.0002 |
| F-statistic | 15.78745 | (1, 65) | 0.0002 |
| Likelihood ratio | 15.65527 | 1 | 0.0001 |

F-test summary:

| | Sum of Sq. | df | Mean Squares |
|------------------|------------|----|--------------|
| Test SSR | 864213.5 | 1 | 864213.5 |
| Restricted SSR | 4422349. | 66 | 67005.29 |
| Unrestricted SSR | 3558136. | 65 | 54740.55 |

LR test summary:

| | Value |
|-------------------|-----------|
| Restricted LogL | -499.0821 |
| Unrestricted LogL | -491.2545 |

Unrestricted Test Equation:

Dependent Variable: LOG(PRO)

Method: Least Squares

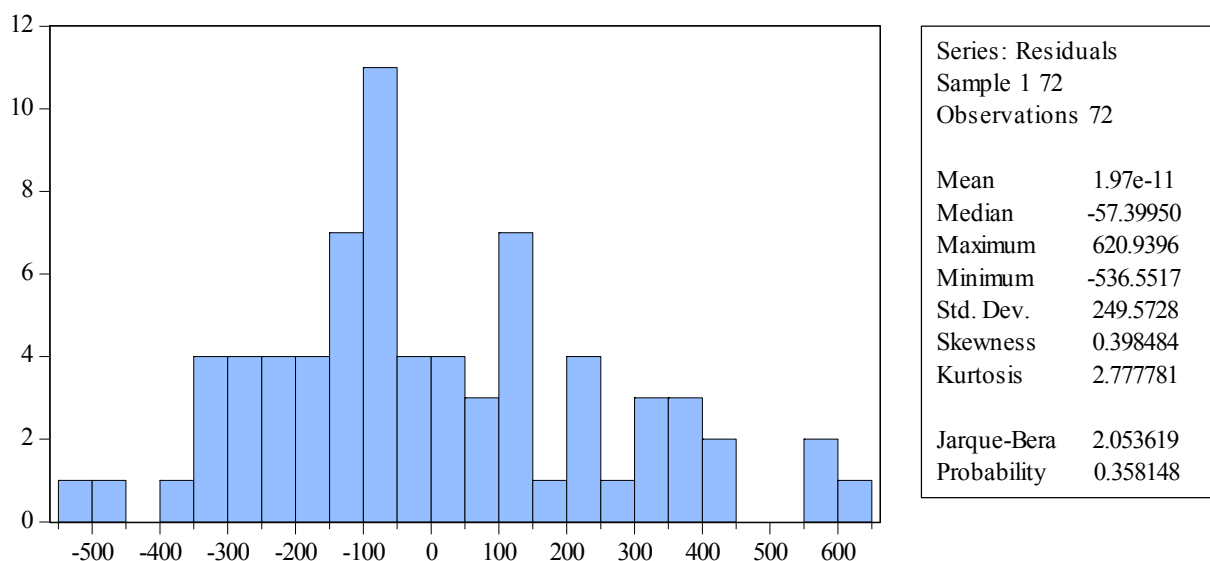
Date: 19/12/17 Time: 18:41

Sample: 2008M07 2014M06

Included observations: 72

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| IPCAL | 807.3038 | 148.3069 | 5.443466 | 0.0000 |
| IPCALCO | 551.2721 | 111.8612 | 4.928178 | 0.0000 |
| IPCFRU | 41.33177 | 7.769021 | 5.320075 | 0.0000 |
| PMR | 835.2362 | 151.5219 | 5.512313 | 0.0000 |
| PVR | 29872.50 | 5467.786 | 5.463363 | 0.0000 |
| C | 29824.54 | 5488.804 | 5.433705 | 0.0000 |
| FITTED^2 | 0.000277 | 6.97E-05 | 3.973342 | 0.0002 |
| R-squared | 0.940695 | Mean dependent var | 4280.253 | |
| Adjusted R-squared | 0.935221 | S.D. dependent var | 919.2579 | |
| S.E. of regression | 233.9670 | Akaike info criterion | 13.84040 | |
| Sum squared resid | 3558136. | Schwarz criterion | 14.06175 | |
| Log likelihood | 491.2545 | Hannan-Quinn criter. | 13.92852 | |
| F-statistic | 171.8390 | Durbin-Watson stat | 0.571414 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

Anexo 32. Prueba de normalidad de residuos del modelo del banano



Anexo 33. Producción, precio mayorista y precio promedio (nominal y real) por año agrícola de tomate – Departamento de La Paz

| Gestión | Mes-año | Producción (t) | Precio mayorista nominal (Bs./kg) | Precio promedio nominal (Bs./libra) | Precio mayorista real (Bs./kg) | Precio promedio real (Bs./libra) |
|---------|---------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 2008 | 08-2008 | 166.84 | 1.82 | 1.49 | 1.62 | 1.32 |
| 2008 | 09-2008 | 166.84 | 2.39 | 1.84 | 2.11 | 1.62 |
| 2008 | 10-2008 | 666.88 | 2.49 | 1.88 | 2.19 | 1.65 |
| 2008 | 11-2008 | 666.88 | 2.05 | 1.87 | 1.80 | 1.64 |
| 2008 | 01-2009 | 166.84 | 1.89 | 1.74 | 1.65 | 1.52 |
| 2008 | 02-2009 | 666.88 | 2.77 | 2.23 | 2.41 | 1.94 |
| 2008 | 03-2009 | 666.88 | 2.81 | 2.08 | 2.46 | 1.82 |
| 2008 | 04-2009 | 1167.41 | 2.63 | 2.04 | 2.32 | 1.80 |
| 2008 | 05-2009 | 166.84 | 2.59 | 1.98 | 2.29 | 1.75 |
| 2008 | 06-2009 | 333.68 | 2.47 | 1.96 | 2.18 | 1.73 |
| 2009 | 08-2009 | 178.78 | 3.23 | 2.25 | 2.84 | 1.98 |
| 2009 | 09-2009 | 178.78 | 3.73 | 2.28 | 3.28 | 2.00 |
| 2009 | 10-2009 | 714.60 | 2.72 | 1.98 | 2.38 | 1.73 |
| 2009 | 11-2009 | 714.60 | 2.08 | 1.66 | 1.82 | 1.45 |
| 2009 | 01-2010 | 178.78 | 2.46 | 1.88 | 2.15 | 1.65 |
| 2009 | 02-2010 | 714.60 | 2.58 | 2.04 | 2.26 | 1.79 |
| 2009 | 03-2010 | 714.60 | 2.88 | 2.16 | 2.53 | 1.89 |
| 2009 | 04-2010 | 1250.93 | 2.59 | 2.21 | 2.27 | 1.94 |
| 2009 | 05-2010 | 178.78 | 2.83 | 2.17 | 2.48 | 1.90 |
| 2009 | 06-2010 | 357.56 | 2.77 | 2.18 | 2.42 | 1.90 |

| | | | | | | |
|------|---------|---------|------|------|------|------|
| 2010 | 08-2010 | 182.16 | 2.30 | 1.89 | 1.98 | 1.63 |
| 2010 | 09-2010 | 182.16 | 2.42 | 1.96 | 2.07 | 1.67 |
| 2010 | 10-2010 | 728.11 | 2.80 | 2.05 | 2.36 | 1.73 |
| 2010 | 11-2010 | 728.11 | 3.13 | 2.31 | 2.61 | 1.93 |
| 2010 | 01-2011 | 182.16 | 2.94 | 2.07 | 2.36 | 1.66 |
| 2010 | 02-2011 | 728.11 | 3.65 | 2.42 | 2.88 | 1.91 |
| 2010 | 03-2011 | 728.11 | 3.65 | 2.43 | 2.86 | 1.91 |
| 2010 | 04-2011 | 1274.59 | 2.95 | 2.16 | 2.31 | 1.69 |
| 2010 | 05-2011 | 182.16 | 2.28 | 1.79 | 1.78 | 1.40 |
| 2010 | 06-2011 | 364.32 | 2.18 | 1.73 | 1.70 | 1.35 |
| 2011 | 08-2011 | 203.93 | 3.61 | 2.19 | 2.79 | 1.69 |
| 2011 | 09-2011 | 203.93 | 3.85 | 2.32 | 2.97 | 1.79 |
| 2011 | 10-2011 | 815.13 | 3.48 | 2.34 | 2.67 | 1.80 |
| 2011 | 11-2011 | 815.13 | 3.05 | 2.16 | 2.33 | 1.65 |
| 2011 | 01-2012 | 203.93 | 2.82 | 2.13 | 2.13 | 1.61 |
| 2011 | 02-2012 | 815.13 | 2.69 | 2.27 | 2.02 | 1.71 |
| 2011 | 03-2012 | 815.13 | 3.60 | 2.59 | 2.70 | 1.94 |
| 2011 | 04-2012 | 1426.92 | 4.56 | 3.14 | 3.42 | 2.35 |
| 2011 | 05-2012 | 203.93 | 4.67 | 3.05 | 3.48 | 2.27 |
| 2011 | 06-2012 | 407.86 | 4.36 | 2.51 | 3.25 | 1.87 |
| 2012 | 08-2012 | 223.46 | 3.53 | 2.69 | 2.61 | 1.99 |
| 2012 | 09-2012 | 223.46 | 2.75 | 2.14 | 2.02 | 1.57 |
| 2012 | 10-2012 | 893.18 | 1.89 | 1.67 | 1.38 | 1.22 |
| 2012 | 11-2012 | 893.18 | 2.16 | 1.79 | 1.57 | 1.30 |
| 2012 | 01-2013 | 223.46 | 3.26 | 2.12 | 2.34 | 1.52 |
| 2012 | 02-2013 | 893.18 | 3.51 | 2.31 | 2.51 | 1.65 |
| 2012 | 03-2013 | 893.18 | 3.79 | 2.50 | 2.70 | 1.78 |
| 2012 | 04-2013 | 1563.55 | 3.52 | 2.76 | 2.51 | 1.97 |
| 2012 | 05-2013 | 223.46 | 2.79 | 2.32 | 1.98 | 1.65 |
| 2012 | 06-2013 | 446.91 | 2.95 | 2.10 | 2.08 | 1.48 |
| 2013 | 08-2013 | 234.50 | 4.02 | 2.54 | 2.79 | 1.76 |
| 2013 | 09-2013 | 234.50 | 4.73 | 3.09 | 3.25 | 2.12 |
| 2013 | 10-2013 | 937.31 | 6.31 | 3.55 | 4.29 | 2.41 |
| 2013 | 11-2013 | 937.31 | 5.01 | 3.46 | 3.39 | 2.34 |
| 2013 | 01-2014 | 234.50 | 2.58 | 2.66 | 1.73 | 1.78 |
| 2013 | 02-2014 | 937.31 | 3.86 | 3.00 | 2.57 | 2.00 |
| 2013 | 03-2014 | 937.31 | 3.72 | 2.83 | 2.49 | 1.89 |
| 2013 | 04-2014 | 1640.80 | 3.10 | 2.52 | 2.07 | 1.68 |
| 2013 | 05-2014 | 234.50 | 2.33 | 2.33 | 1.55 | 1.55 |
| 2013 | 06-2014 | 468.99 | 3.34 | 2.56 | 2.20 | 1.68 |

Fuente: INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017b); INE [Instituto Nacional de Estadística] (2017d); OAP [Observatorio Agroambiental y Productivo] (2017)

Anexo 34. Estadística descriptiva de la producción por gestión y mensual de tomate

| Estadístico | Anual | Mensual |
|---------------------------|--------------|----------------|
| Recuento | 6 | 60 |
| Promedio | 5747.17 | 574.717 |
| Desviación Estándar | 778.4 | 393.341 |
| Coefficiente de Variación | 13.54% | 68.4408% |
| Mínimo | 4836 | 166.84 |
| Máximo | 6797 | 1640.8 |
| Rango | 1961 | 1473.96 |
| Sesgo Estandarizado | 0.32521 | 2.48154 |
| Curtosis Estandarizada | -0.89594 | -0.0639312 |

Anexo 35. Ajuste de regresión lineal para la producción de tomate

Dependent Variable: PRO

Method: Least Squares

Date: 13/12/17 Time: 07:30

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| GESTION | 409.1714 | 37.73192 | 10.84417 | 0.0004 |
| C | -816892.0 | 75860.04 | -10.76841 | 0.0004 |
| R-squared | 0.967104 | Mean dependent var | | 5747.167 |
| Adjusted R-squared | 0.958880 | S.D. dependent var | | 778.3997 |
| S.E. of regression | 157.8439 | Akaike info criterion | | 13.22229 |
| Sum squared resid | 99658.82 | Schwarz criterion | | 13.15288 |
| Log likelihood | -37.66688 | Hannan-Quinn criter. | | 12.94442 |
| F-statistic | 117.5961 | Durbin-Watson stat | | 1.831980 |
| Prob(F-statistic) | 0.000410 | | | |

Anexo 36. Ajuste de regresión logarítmico para la producción de tomate

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 13/12/17 Time: 08:37
 Sample: 2008 2013
 Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| LOG(GESTION) | 822605.5 | 75950.05 | 10.83087 | 0.0004 |
| C | -6251104. | 577686.6 | -10.82093 | 0.0004 |
| R-squared | 0.967026 | Mean dependent var | | 5747.167 |
| Adjusted R-squared | 0.958783 | S.D. dependent var | | 778.3997 |
| S.E. of regression | 158.0313 | Akaike info criterion | | 13.22467 |
| Sum squared resid | 99895.62 | Schwarz criterion | | 13.15525 |
| Log likelihood | -37.67400 | Hannan-Quinn criter. | | 12.94680 |
| F-statistic | 117.3078 | Durbin-Watson stat | | 1.829309 |
| Prob(F-statistic) | 0.000412 | | | |

Anexo 37. Ajuste de regresión inverso para la producción de tomate

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 13/12/17 Time: 08:39
 Sample: 2008 2013
 Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| 1/GESTION | -1.65E+09 | 1.53E+08 | -10.81758 | 0.0004 |
| C | 828319.1 | 76040.34 | 10.89315 | 0.0004 |
| R-squared | 0.966948 | Mean dependent var | | 5747.167 |
| Adjusted R-squared | 0.958684 | S.D. dependent var | | 778.3997 |
| S.E. of regression | 158.2192 | Akaike info criterion | | 13.22704 |
| Sum squared resid | 100133.3 | Schwarz criterion | | 13.15763 |
| Log likelihood | -37.68112 | Hannan-Quinn criter. | | 12.94917 |
| F-statistic | 117.0200 | Durbin-Watson stat | | 1.826645 |
| Prob(F-statistic) | 0.000414 | | | |

Anexo 38. Ajuste de regresión potencial para la producción de tomate

Dependent Variable: LOG(PRO)

Method: Least Squares

Date: 13/12/17 Time: 08:41

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| LOG(GESTION) | 142.6876 | 11.87115 | 12.01970 | 0.0003 |
| C | -1076.653 | 90.29360 | -11.92391 | 0.0003 |
| R-squared | 0.973059 | Mean dependent var | | 8.648882 |
| Adjusted R-squared | 0.966324 | S.D. dependent var | | 0.134601 |
| S.E. of regression | 0.024701 | Akaike info criterion | | -4.302775 |
| Sum squared resid | 0.002440 | Schwarz criterion | | -4.372189 |
| Log likelihood | 14.90833 | Hannan-Quinn criter. | | -4.580643 |
| F-statistic | 144.4731 | Durbin-Watson stat | | 2.224116 |
| Prob(F-statistic) | 0.000275 | | | |

Anexo 39. Ajuste de regresión exponencial para la producción de tomate

Dependent Variable: LOG(PRO)

Method: Least Squares

Date: 13/12/17 Time: 08:43

Sample: 2008 2013

Included observations: 6

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| GESTION | 0.070973 | 0.005899 | 12.03085 | 0.0003 |
| C | -134.0423 | 11.86045 | -11.30162 | 0.0003 |
| R-squared | 0.973108 | Mean dependent var | | 8.648882 |
| Adjusted R-squared | 0.966385 | S.D. dependent var | | 0.134601 |
| S.E. of regression | 0.024678 | Akaike info criterion | | -4.304580 |
| Sum squared resid | 0.002436 | Schwarz criterion | | -4.373994 |
| Log likelihood | 14.91374 | Hannan-Quinn criter. | | -4.582448 |
| F-statistic | 144.7413 | Durbin-Watson stat | | 2.227252 |
| Prob(F-statistic) | 0.000274 | | | |

**Anexo 40. Estadística descriptiva IPC, IPCal, IPCalco, IPCleg, IPMr e IPVr de tomate
(2008-2013)**

| | IPC | IPCal | IPCalco | IPCleg | IPMr | IPVr |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| Recuento | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Promedio | 128.455 | 140.528 | 142.127 | 164.416 | 148.525 | 133.351 |
| Desviación Estándar | 13.0339 | 17.4153 | 17.8136 | 40.7648 | 33.8449 | 18.565 |
| Coefficiente de Variación | 10.15% | 12.39% | 12.53% | 24.79% | 22.79% | 13.92% |
| Mínimo | 112.52 | 118.4 | 119.46 | 113.37 | 85.22 | 91.97 |
| Máximo | 151.95 | 172.86 | 175.91 | 249.4 | 265 | 182.11 |
| Rango | 39.43 | 54.46 | 56.45 | 136.03 | 179.78 | 90.14 |
| Sesgo Estandarizado | 0.76069 | 0.713404 | 0.843502 | 2.07087 | 2.56441 | 1.26232 |
| Curtosis Estandarizada | -2.10366 | -1.9068 | -1.79715 | -1.01199 | 2.17482 | 1.15345 |

Anexo 41. Matriz de correlación de las variables en estudio para el cultivo de tomate

| Correlation Probability | PRO | IPC | IPCAL | IPCALCO | IPCLEG | PMR | PVR |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| PRO | 1.000000 ----- | | | | | | |
| IPC | 0.970806 0.0000 | 1.000000 ----- | | | | | |
| IPCAL | 0.944151 0.0000 | 0.994456 0.0000 | 1.000000 ----- | | | | |
| IPCALCO | 0.941018 0.0000 | 0.993035 0.0000 | 0.999777 0.0000 | 1.000000 ----- | | | |
| IPCLEG | 0.939358 0.0000 | 0.974475 0.0000 | 0.979488 0.0000 | 0.981645 0.0000 | 1.000000 ----- | | |
| PMR | 0.173318 0.1854 | 0.180976 0.1664 | 0.185618 0.1556 | 0.184173 0.1589 | 0.206877 0.1127 | 1.000000 ----- | |
| PVR | 0.147027 0.2623 | 0.142742 0.2766 | 0.141111 0.2822 | 0.142916 0.2760 | 0.194361 0.1367 | 0.872567 0.0000 | 1.000000 ----- |

Anexo 42. Estimación del modelo general para el tomate

Dependent Variable: PRO
 Method: Least Squares
 Date: 12/12/17 Time: 09:05
 Sample: 2008M08 2014M06
 Included observations: 60

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| IPC | 15.35684 | 1.094462 | 14.03140 | 0.0000 |
| IPCAL | 4.525571 | 5.340805 | 0.847358 | 0.4006 |
| IPCALCO | 4.671932 | 4.881434 | 0.957082 | 0.3429 |
| IPCLEG | 0.783640 | 0.182036 | 4.304863 | 0.0001 |
| PMR | 4.962688 | 4.442470 | 1.117101 | 0.2690 |
| PVR | 14.21331 | 9.849393 | 1.443065 | 0.1549 |
| C | 214.5436 | 43.01084 | 4.988128 | 0.0000 |
| R-squared | 0.988671 | Mean dependent var | 573.8173 | |
| Adjusted R-squared | 0.987388 | S.D. dependent var | 72.37395 | |
| S.E. of regression | 8.127801 | Akaike info criterion | 7.137738 | |
| Sum squared resid | 3501.241 | Schwarz criterion | 7.382079 | |
| Log likelihood | -207.1322 | Hannan-Quinn criter. | 7.233313 | |
| F-statistic | 770.8517 | Durbin-Watson stat | 1.080939 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

Anexo 43. Selección de modelos para el tomate – Análisis de varianza

| Modelo | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. | |
|--------|-------------------|------------|------------------|------------|----------|-------------------|
| 1 | Regresión | 291260.647 | 1 | 291260.647 | 950.083 | .000 ^b |
| | Residuo | 17780.668 | 58 | 306.563 | | |
| | Total | 309041.315 | 59 | | | |
| 2 | Regresión | 303910.185 | 2 | 151955.093 | 1688.018 | .000 ^c |
| | Residuo | 5131.130 | 57 | 90.020 | | |
| | Total | 309041.315 | 59 | | | |
| 3 | Regresión | 305271.630 | 3 | 101757.210 | 1511.639 | .000 ^d |
| | Residuo | 3769.684 | 56 | 67.316 | | |
| | Total | 309041.315 | 59 | | | |

a. Variable dependiente: Pro

b. Predictores: (Constante), IPC

c. Predictores: (Constante), IPC, IPCal

d. Predictores: (Constante), IPC, IPCal, IPCleg

Anexo 44. Coeficientes de la selección de modelos para el tomate

| Modelo | | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | t | Sig. |
|--------|-------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------|
| | | B | Error estándar | Beta | | |
| 1 | (Constante) | 118.638 | 22.579 | | 5.254 | .000 |
| | IPC | 5.391 | .175 | .971 | 30.823 | .000 |
| 2 | (Constante) | 359.769 | 23.738 | | 15.156 | .000 |
| | IPC | 16.015 | .901 | 2.884 | 17.769 | .000 |
| | IPCal | 7.996 | .675 | 1.924 | 11.854 | .000 |
| 3 | (Constante) | 265.838 | 29.285 | | 9.078 | .000 |
| | IPC | 15.946 | .780 | 2.872 | 20.456 | .000 |
| | IPCal | 9.286 | .650 | 2.234 | 14.286 | .000 |
| | IPCleg | .585 | .130 | .329 | 4.497 | .000 |

a. Variable dependiente: Pro

Anexo 45. Variables excluidas en la selección de modelos para el tomate

| Modelo | En beta | t | Sig. | Correlación parcial | Estadísticas de colinealidad Tolerancia | |
|--------|---------|--------------------|--------|---------------------|--|------|
| 1 | IPCal | 1.924 ^b | 11.854 | .000 | .843 | .011 |
| | IPCalco | 1.659 ^b | 10.612 | .000 | .815 | .014 |
| | IPCleg | .132 ^b | .942 | .350 | .124 | .050 |
| | PMr | .002 ^b | .076 | .940 | .010 | .967 |
| | PVr | .009 ^b | .269 | .789 | .036 | .980 |
| 2 | IPCalco | 1.697 ^c | 1.802 | .077 | .234 | .000 |
| | IPCleg | .329 ^c | 4.497 | .000 | .515 | .041 |
| | PMr | .009 ^c | .503 | .617 | .067 | .964 |
| | PVr | .007 ^c | .402 | .689 | .054 | .980 |
| 3 | IPCalco | 1.521 ^d | 1.360 | .179 | .180 | .000 |
| | PMr | .000 ^d | .013 | .990 | .002 | .949 |
| | PVr | .013 ^d | .827 | .412 | .111 | .902 |

a. Variable dependiente: Pro

b. Predictores en el modelo: (Constante), IPC

c. Predictores en el modelo: (Constante), IPC, IPCal

d. Predictores en el modelo: (Constante), IPC, IPCal, IPCleg

Anexo 46. Prueba de Ramsey para especificar el modelo del tomate

Ramsey RESET Test
 Equation: EQ_FINAL
 Specification: PRO IPC IPCALCO IPCLEG C
 Omitted Variables: Squares of fitted values

| | Value | df | Probability |
|------------------|----------|---------|-------------|
| t-statistic | 0.508556 | 55 | 0.6131 |
| F-statistic | 0.258629 | (1, 55) | 0.6131 |
| Likelihood ratio | 0.281479 | 1 | 0.5957 |

F-test summary:

| | Sum of Sq. | df | Mean Squares |
|------------------|------------|----|--------------|
| Test SSR | 17.64340 | 1 | 17.64340 |
| Restricted SSR | 3769.684 | 56 | 67.31579 |
| Unrestricted SSR | 3752.041 | 55 | 68.21893 |

LR test summary:

| | Value |
|-------------------|-----------|
| Restricted LogL | -209.3484 |
| Unrestricted LogL | -209.2076 |

Unrestricted Test Equation:

Dependent Variable: PRO

Method: Least Squares

Date: 12/12/17 Time: 10:16

Sample: 2008M08 2014M06

Included observations: 60

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| IPC | 18.90005 | 5.861004 | 3.224712 | 0.0021 |
| IPCAL | 11.07038 | 3.569830 | 3.101094 | 0.0030 |
| IPCLEG | 0.736887 | 0.326253 | 2.258637 | 0.0279 |
| C | 363.9465 | 195.1547 | 1.864913 | 0.0675 |
| FITTED^2 | 0.000166 | 0.000326 | 0.508556 | 0.6131 |

| | | | |
|--------------------|-----------|-----------------------|----------|
| R-squared | 0.987859 | Mean dependent var | 573.8173 |
| Adjusted R-squared | 0.986976 | S.D. dependent var | 72.37395 |
| S.E. of regression | 8.259475 | Akaike info criterion | 7.140254 |
| Sum squared resid | 3752.041 | Schwarz criterion | 7.314783 |
| Log likelihood | -209.2076 | Hannan-Quinn criter. | 7.208522 |
| F-statistic | 1118.785 | Durbin-Watson stat | 0.907231 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

Anexo 47. Prueba de normalidad de residuos del modelo del tomate